

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Isao KAKUHARI et al. Art Unit:
Serial No. : filed concurrently Examiner:
Filing Date: December 10, 2001
Title : ACTIVE NOISE CONTROL SYSTEM

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231



SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

[Handwritten signature] 6

Under the provisions of 35 USC 119, applicants hereby claim the benefit of the filing date of Japanese Patent Application No. 2000-381490 filed on December 15, 2000.

In support of applicants' claim for priority, filed herewith is a certified copy of the priority document in Japanese.

It is respectfully requested that the receipt of the certified copy attached hereto be acknowledged in this application.

If any fees are due in connection with this filing, please charge our Deposit Account No. 19-2586, ref. 0074/017001.

If there are any questions regarding this application, please telephone the undersigned at the telephone number listed below.

Respectfully submitted

Date: December 10, 2001

[Handwritten signature of Randolph A. Smith]
Randolph A. Smith
Reg. No. 32,548

SMITH PATENT OFFICE
1901 Pennsylvania Ave., N.W.
Suite 200
Washington, D.C. 20006-3433
Telephone: 202-530-5900
Facsimile: 202-530-5902
Kakuhari121001

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J1000 U.S. PRO
10/007674
12/16/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年12月15日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-381490

出 願 人
Applicant(s):

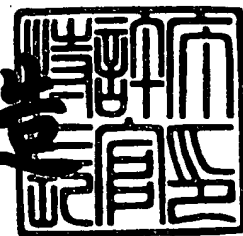
松下電器産業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年11月 9日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2001-3099097

【書類名】 特許願

【整理番号】 2022520440

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04R 3/02

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 角張 勲

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 寺井 賢一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 橋本 裕之

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100084364

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡本 宜喜

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044336

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

特 2 0 0 0 - 3 8 1 4 9 0

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004841

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 能動騒音制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ダクト内の騒音を検出する騒音検出器と、

前記騒音検出器に対してダクト内を伝搬する騒音の下流側に配設され、ダクト内の騒音を検出する誤差検出器と、

前記誤差検出器の近傍に設置され、ダクト内騒音と略同音圧かつ逆位相の制御音を放射する制御音源と、

前記騒音検出器の騒音信号と前記誤差検出器の誤差信号とを入力し、前記誤差検出器の誤差信号が小さくなるように伝達関数を設定し、前記騒音検出器の騒音信号を前記伝達関数で乗算し、乗算結果を制御信号として前記制御音源に出力する演算手段と、

前記騒音検出器及び前記誤差検出器に対してダクト内を流れる流体の上流側に配設され、ダクト内の流体を整流化する整流手段と、を具備することを特徴とする能動騒音制御装置。

【請求項 2】 互いに近接した状態で配設され、ダクト内の騒音を検出する複数の騒音検出器と、

前記騒音検出器に対してダクト内を伝搬する騒音の下流側に互いに近接した状態で配設され、ダクト内の騒音を検出する複数の誤差検出器と、

前記複数の騒音検出器の騒音信号を加算する第 1 の加算器と、

前記複数の誤差検出器の誤差信号を加算する第 2 の加算器と、

前記複数の誤差検出器の近傍に設置され、ダクト内騒音と略同音圧かつ逆位相の制御音を放射する制御音源と、

前記第 1 の加算器の出力信号と前記第 2 の加算器の出力信号とを入力し、前記第 2 の加算器の信号が小さくなるように伝達関数を設定し、前記第 1 の加算器の出力信号を前記伝達関数で乗算し、乗算結果を制御信号として前記制御音源に出力する演算手段と、を具備することを特徴とする能動騒音制御装置。

【請求項 3】 互いに近接した状態で配設され、ダクト内の騒音を検出する

複数の騒音検出器と、

前記騒音検出器に対してダクト内を伝搬する騒音の下流側に互いに近接した状態で配設され、ダクト内の騒音を検出する複数の誤差検出器と、

前記複数の騒音検出器の騒音信号を加算する第 1 の加算器と、

前記複数の誤差検出器の誤差信号を加算する第 2 の加算器と、

前記複数の誤差検出器の近傍に設置され、ダクト内騒音と略同音圧かつ逆位相の制御音を放射する制御音源と、

前記第 1 の加算器の出力信号と前記第 2 の加算器の出力信号とを入力し、前記第 2 の加算器の信号が小さくなるように伝達関数を設定し、前記第 1 の加算器の出力信号を前記伝達関数で乗算し、乗算結果を制御信号として前記制御音源に出力する演算手段と、

前記複数の騒音検出器及び前記誤差検出器に対してダクト内を流れる流体の上流側に配設され、ダクト内の流体を整流化する整流手段と、を具備することを特徴とする能動騒音制御装置。

【請求項 4】 前記整流手段は、

細管の集合体である整流格子を含むものであることを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の能動騒音制御装置。

【請求項 5】 前記整流手段は、

少なくとも 1 つの整流網及び前記整流網より開口率の大きい整流格子を含むものであることを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の能動騒音制御装置。

【請求項 6】 前記整流手段は、

複数の整流網及び前記整流網より開口率の大きい整流格子を含むものであることを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の能動騒音制御装置。

【請求項 7】 前記複数の整流網は、

前記整流格子に対してダクト内を流れる流体の上流側と下流側とに夫々配置されたことを特徴とする請求項 6 記載の能動騒音制御装置。

【請求項 8】 前記複数の騒音検出器は、

ダクト内の音の伝搬方向に対する取り付け位置が、打ち消すべき騒音の波長の略 $1/4$ 以下の範囲内に配置されたことを特徴とする請求項 2 ～ 7 のいずれか 1

項記載の能動騒音制御装置。

【請求項 9】 前記複数の誤差検出器は、

ダクト内の音の伝搬方向に対する取り付け位置が、打ち消すべき騒音の波長の略 1 / 4 以下の範囲内に配置されたことを特徴とする請求項 2 ～ 7 のいずれか 1 項記載の能動騒音制御装置。

【請求項 1 0】 前記複数の騒音検出器は、

ダクト内を伝搬する音の伝搬方向と垂直な平面上に配置したことを特徴とする請求項 2 ～ 7 のいずれか 1 項記載の能動騒音制御装置。

【請求項 1 1】 前記複数の誤差検出器は、

ダクト内を伝搬する音の伝搬方向と垂直な平面上に配置したことを特徴とする請求項 2 ～ 7 のいずれか 1 項記載の能動騒音制御装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、流体用ダクト内で発生する騒音を低減する能動騒音制御装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

今日の住居環境及び労働環境の集積化に伴い、空調機器や O A 機器等の騒音源と居住空間が近接することが多くなった。その結果、騒音源との距離を長くすることにより騒音の減衰や遮音を行なったり、吸音材の設置によって騒音を減衰することが困難になる場合が多くなった。このように、居住空間の騒音が増加しており、その改善が求められている。また O A 機器において、機器内の発熱部を冷却するために、冷却ファンや流体用ダクトが設けられるが、これらの排気音又は吸気音も気になることが多い。

【 0 0 0 3 】

ダクト内の騒音を低減するための一般的な対策として、ダクト内壁を吸音材を取り付け、吸音処理する方法がある。また減音マフラーや減音チャンバーを取り付け、ダクト内を伝播する騒音を低減する方法がある。しかしながら、これらの

対策によって1kHz以下の周波数の騒音を低減するためには、大きな容積のダクトが必要になるという課題があった。

【0004】

一方、ダクト容積を大きくすることなく、低周波数帯域の騒音を低減する手法として、能動騒音制御の考え方があり、空調用ダクトに応用されている。例えば特開昭61-296392号公報や特開昭62-1156号公報に開示されるような方法がある。この方法では、図19に示すように矢印Aの方向に流体が流れ、矢印Bの方向に騒音が伝搬するダクト21があり、このダクト21の上流に騒音検出マイク22を取り付け、このダクト21の下流に制御音源24と誤差検出マイク23を取り付ける。そして騒音検出マイク22からの参照信号、及び誤差検出マイク23からの残差信号に基づいて、能動騒音制御アルゴリズムを用いて制御信号を生成し、残差信号が小さくなるように制御音源24から制御音を放射する。

【0005】

また特開昭62-206212号公報で開示される方法がある。この方法では、図20に示すように、矢印Aの方向に流体が流れ、矢印Bの方向に騒音が伝搬するダクト21があり、このダクト21の上流に騒音検出マイク22を取り付け、ダクト21の中流に誤差検出マイク23を取り付け、ダクト21の出口に向けて制御音源24を取り付ける。そして騒音検出マイク22からの参照信号、及び誤差検出マイク23からの残差信号に基づいて、能動騒音制御アルゴリズムを用いて制御信号を生成し、残差信号が小さくなるように制御音源24から制御音を放射する。

【0006】

その結果、誤差検出マイク23位置で、ダクト21内を伝播する騒音と同音圧で且つ逆位相の制御音が制御音源24から放射される。このためダクト21内を伝搬する騒音は、制御音の干渉現象によって打ち消され、騒音レベルが低減する。しかし、能動騒音制御を行って十分な騒音低減効果を得るためには、騒音検出マイク22の参照信号と誤差検出マイク23の残差信号との間に、コヒーレンスが存在する必要がある。

【0007】

図2に、騒音検出マイクと誤差検出マイクとの間のコヒーレンス (γ) と、能動騒音制御による最大騒音低減量 (予測低減効果 R) との関係を示す。コヒーレンスが0.8以上になると、最大騒音低減量は大きく増加する。図2に示したように能動騒音制御によって十分な騒音低減効果を得るためには、高い値のコヒーレンスを必要とするが、ダクト内に乱流や渦流が発生することによって、コヒーレンス値が低下する。即ち騒音検出マイク及び誤差検出マイクは、騒音に起因する圧力変動のみならず、乱流や渦流に起因する圧力変動を検出することになり、双方のマイク間のコヒーレンス値が低下する。

【0008】

この問題を解決する手法として、ダクト内の整流化によるコヒーレンスの改善手法が特開平5-188976号公報に提案されている。例えば図21に示すように、矢印A・Bの方向に夫々流体及び騒音が伝搬するダクト21がある。このダクト21の上流に前述した例と同様に騒音検出マイク22を取り付け、このダクト21の下流に制御音源24と誤差検出マイク23を取り付ける。そして騒音検出マイク22からの参照信号及び誤差検出マイク23からの残差信号に基づいて、制御信号を生成するための演算手段25を設ける。また騒音検出マイク22の上流側に網状又はハニカム状の整流部材27を挿入して、ダクト21内の流体を整流する。こうすると乱流成分が整流部材27で整流化され、コヒーレンスが向上する。

【0009】

また特開平9-89356号公報に開示される方法がある。この方法では図2に示すように、矢印A・Bの方向に流体及び騒音が伝搬するダクト21があり、図21と同様のマイクと制御音源とを取り付け、騒音検出マイク22の上流側に金網28を挿入する。この金網28によって空気の擾乱速度を減衰させ、コヒーレンスの改善を図っている。

【0010】

また特開平10-39877号公報及び特開平10-39878号公報に開示される方法がある。これらの方法では図23に示すように、ダクト21の折曲部

を曲面壁 29 a, 29 b で構成し、曲面壁 29 a, 29 b で囲まれる空間を通風ダクトにする。そして通風ダクトの中央部に、曲面壁とほぼ平行な整流板 30 を設ける。こうすると、ダクト 21 内の乱流や渦流が整流化され、コヒーレンスの改善がなされる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかし以上のような構造のダクトを対象にした能動騒音制御装置は、次のような問題点があった。即ちダクトが小型化のために湾曲していたり、複数のダクトが合流したり、分岐をしているため、ダクトの形状が複雑になる。このため、単純な構成のダクトであれば、上述した従来の対策法によって空調用の空気を整流化し、騒音検出マイクと誤差検出マイク間のコヒーレンスを利用して能動騒音制御を行い、十分な騒音の低減効果を得ることができる。しかし複雑な形状のダクトの場合、上述の従来の対策法で十分な能動騒音制御を行うことができなかった。

【0012】

本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたものであって、装置を大型化することなく、複雑な形状のダクトであってもコヒーレンスを用いて、十分な騒音低減効果を得る能動騒音制御装置を実現することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本願の請求項 1 の発明は、ダクト内の騒音を検出する騒音検出器と、前記騒音検出器に対してダクト内を伝搬する騒音の下流側に配設され、ダクト内の騒音を検出する誤差検出器と、前記誤差検出器の近傍に設置され、ダクト内騒音と略同音圧かつ逆位相の制御音を放射する制御音源と、前記騒音検出器の騒音信号と前記誤差検出器の誤差信号とを入力し、前記誤差検出器の誤差信号が小さくなるように伝達関数を設定し、前記騒音検出器の騒音信号を前記伝達関数で乗算し、乗算結果を制御信号として前記制御音源に出力する演算手段と、前記騒音検出器及び前記誤差検出器に対してダクト内を流れる流体の上流側に配設され、ダクト内の流体を整流化する整流手段と、を具備することを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

本願の請求項 2 の発明は、互いに近接した状態で配設され、ダクト内の騒音を検出する複数の騒音検出器と、前記騒音検出器に対してダクト内を伝搬する騒音の下流側に互いに近接した状態で配設され、ダクト内の騒音を検出する複数の誤差検出器と、前記複数の騒音検出器の騒音信号を加算する第 1 の加算器と、前記複数の誤差検出器の誤差信号を加算する第 2 の加算器と、前記複数の誤差検出器の近傍に設置され、ダクト内騒音と略同音圧かつ逆位相の制御音を放射する制御音源と、前記第 1 の加算器の出力信号と前記第 2 の加算器の出力信号とを入力し、前記第 2 の加算器の信号が小さくなるように伝達関数を設定し、前記第 1 の加算器の出力信号を前記伝達関数で乗算し、乗算結果を制御信号として前記制御音源に出力する演算手段と、を具備することを特徴とするものである。

【 0 0 1 5 】

本願の請求項 3 の発明は、互いに近接した状態で配設され、ダクト内の騒音を検出する複数の騒音検出器と、前記騒音検出器に対してダクト内を伝搬する騒音の下流側に互いに近接した状態で配設され、ダクト内の騒音を検出する複数の誤差検出器と、前記複数の騒音検出器の騒音信号を加算する第 1 の加算器と、前記複数の誤差検出器の誤差信号を加算する第 2 の加算器と、前記複数の誤差検出器の近傍に設置され、ダクト内騒音と略同音圧かつ逆位相の制御音を放射する制御音源と、前記第 1 の加算器の出力信号と前記第 2 の加算器の出力信号とを入力し、前記第 2 の加算器の信号が小さくなるように伝達関数を設定し、前記第 1 の加算器の出力信号を前記伝達関数で乗算し、乗算結果を制御信号として前記制御音源に出力する演算手段と、前記複数の騒音検出器及び前記誤差検出器に対してダクト内を流れる流体の上流側に配設され、ダクト内の流体を整流化する整流手段と、を具備することを特徴とするものである。

【 0 0 1 6 】

本願の請求項 4 の発明は、請求項 1 又は 3 の能動騒音制御装置において、前記整流手段は、細管の集合体である整流格子を含むことを特徴とするものである。

【 0 0 1 7 】

本願の請求項 5 の発明は、請求項 1 又は 3 の能動騒音制御装置において、前記

整流手段は、少なくとも1つの整流網及び前記整流網より開口率の大きい整流格子を含むことを特徴とするものである。

【0018】

本願の請求項6の発明は、請求項1又は3の能動騒音制御装置において、前記整流手段は、複数の整流網及び前記整流網より開口率の大きい整流格子を含むことを特徴とするものである。

【0019】

本願の請求項7の発明は、請求項6の能動騒音制御装置において、前記複数の整流網は、前記整流格子に対してダクト内を流れる流体の上流側と下流側とに夫々配置されたことを特徴とするものである。

【0020】

本願の請求項8の発明は、請求項2～7のいずれか1項の能動騒音制御装置において、前記複数の騒音検出器は、ダクト内の音の伝搬方向に対する取り付け位置が、打ち消すべき騒音の波長の略 $1/4$ 以下の範囲内に配置されたことを特徴とするものである。

【0021】

本願の請求項9の発明は、請求項2～7のいずれか1項の能動騒音制御装置において、前記複数の誤差検出器は、ダクト内の音の伝搬方向に対する取り付け位置が、打ち消すべき騒音の波長の略 $1/4$ 以下の範囲内に配置されたことを特徴とするものである。

【0022】

本願の請求項10の発明は、請求項2～7のいずれか1項の能動騒音制御装置において、前記複数の騒音検出器は、ダクト内を伝搬する音の伝搬方向と垂直な平面上に配置したことを特徴とするものである。

【0023】

本願の請求項11の発明は、請求項2～7のいずれか1項の能動騒音制御装置において、前記複数の誤差検出器は、ダクト内を伝搬する音の伝搬方向と垂直な平面上に配置したことを特徴とするものである。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態による能動騒音制御装置について、図面を参照しながら詳細に説明する。

（実施の形態 1）

図 1 は本発明の実施の形態 1 におけるダクト及び能動騒音制御装置の概略図である。本図においてダクト 1 は流体（空調用又は冷却用の空気）を進行方向 A に搬送（送風）するダクトである。このダクト 1 の上流には、整流手段として整流格子 2、第 1 の整流網 3、第 2 の整流網 4 がこの順序で取り付けられている。整流格子 2 は断面がハニカム形状、円形、又は矩形状の形状を有する小孔又は細管がダクトの軸方向（z 軸方向）に多数設けられたものであり、搬送流体の速度ベクトルを z 軸方向に整える機能を有する。整流格子の一例として、セルサイズが 3 / 1 6 インチ、開口率 9 6 %、格子長さ 1 0 0 mm のハニカム材を用いる。

【0 0 2 5】

第 1 の整流網 3 及び第 2 の整流網 4 は、所定の開口率を持つ網（例えば、線径 0 . 5 0 8 mm、目数 1 0 / インチ、開口率 6 4 %）であり、流体に対して圧力損失を与えることにより、流体の速度をダクト 1 の垂直面内で均等化する機能を有する。第 1 の整流網 3 と第 2 の整流網 4 は同じ開口率のものを使用したか、異なる開口率の網を使用しても良い。流体の圧力損失は開口率が小さいほど大きくなる。

【0 0 2 6】

このような構造のダクト 1 の上流であって、第 2 の整流網 4 の直後に騒音検出マイク 5 を騒音検出器として取り付け、このダクト 1 の下流に制御音源 7 と誤差検出マイク 6（誤差検出器）を取り付ける。そして騒音検出マイク 5 からの参照信号、及び誤差検出マイク 6 からの残差信号に基づいて、制御信号を生成する演算手段 8 を設ける。演算手段 8 は能動騒音制御アルゴリズムを用いて誤差検出マイク 6 での残差信号が小さくなるように制御信号を生成する。制御音源 7 は演算手段 8 の制御信号を制御音に変換して、制御音をダクト 1 の下流で放射するスピーカである。図中の矢印 A は流体の進行方向を示し、矢印 B は騒音の伝搬方向を示す。

【0027】

このように構成された能動騒音制御装置の動作を説明する。図示しない送風機が動作したとき、送風機自身から騒音が発生したり、送風による風切り音が機器内の部品によって発生する。このようなダクト1内の騒音に対して制御音源7からの制御音を作用させ、その誤差騒音を誤差検出マイク6で検出し、演算手段8に誤差信号を出力する。また、騒音検出マイク5はダクト1内の騒音を検出し、騒音信号として演算手段8に出力する。演算手段8は、LMS (Least Mean Square) アルゴリズム等を用いて、騒音信号と相関のある誤差信号が常に小さくなるような制御信号を生成し、制御音源7に出力する。

【0028】

騒音検出マイク5からダクト1を介して誤差検出マイク6までの伝達関数をGとし、制御音源7から誤差検出マイク6までの伝達関数をCとすると、演算手段8が動作してその伝達関数を $-G/C$ にすると、誤差検出マイク6の出力がゼロに近づく。騒音検出マイク5における騒音をNとすると、誤差検出マイク6での騒音は $N \cdot G$ となる。制御音源7による制御音は誤差検出マイク6の部分で、

$$N \cdot (-G/C) \cdot C = -N \cdot G \text{ となる。}$$

誤差検出マイク6の部分では、騒音 $N \cdot G$ と制御音 $(-N \cdot G)$ は互いに干渉し、

$$N \cdot G + (-N \cdot G) = 0 \text{ となる。}$$

従って、誤差検出マイク6を設置した近傍では、騒音と制御音との干渉によって、騒音レベルが低減される。

【0029】

一方、騒音信号と相関の無い誤差信号BNが存在する場合、騒音検出マイク5における騒音は、

$$N \cdot G + BN \text{ となる。}$$

演算手段8は騒音信号と相関の無い誤差信号を小さくするような制御信号を生成することができない。従って誤差検出マイク6での残留騒音は、

$$N \cdot G + BN + (-N \cdot G) = BN \text{ となる。}$$

【0030】

騒音信号と誤差信号の相関は一般的にコヒーレンスによって数値化される。図 2 に示すように、相関関係即ちコヒーレンスを大きな値にすることによって騒音低減効果も大きくなることが分かる。ダクト 1 内の騒音において、騒音検出マイク 5 の騒音信号と、誤差検出マイク 6 の誤差信号とのコヒーレンスを低下させる原因は、流体の乱流、渦流、旋回流等により発生する圧力変動にある。従って流体を整流することによってコヒーレンスを増加させることができる。

【 0 0 3 1 】

図 3 は整流手段である整流格子や整流網を用いない場合の騒音検出マイク 5 の騒音信号と誤差検出マイク 6 の誤差信号とのコヒーレンスを、周波数軸上で示したものである。図 4 は整流手段として整流格子 2（開口率 9 6 %、格子長さ 4 0 mm のハニカム材）と 1 枚の整流網（開口率 6 0 %）を用いた場合のコヒーレンスを、周波数軸上で示したものである。図 5 は整流手段である整流格子 2（図 4 で用いたものと同じ）と、図 4 の実験で用いた 1 枚の整流網と同等な圧力損失になるように選定した第 1 の整流網 3 と第 2 の整流網 4（いずれも開口率 7 2 %）を用いた場合のコヒーレンスを示したものである。いずれも内径 1 0 0 × 1 0 0 mm の矩形ダクトに、ダクト内の平均速度を 6 m / s で通風した場合の結果である。

【 0 0 3 2 】

図 3 に示すように整流手段を用いない場合は、3 0 0 H z 以下の周波数帯域ではコヒーレンスが一意的に低下しているのに対し、図 4 に示すように整流格子と 1 枚の整流網を用いた場合は、1 0 0 ~ 3 0 0 H z でコヒーレンスが改善される。これは整流格子と整流網によってダクト内の整流化が行われ、乱流、渦流、旋回流等により発生する騒音が低下したためである。

【 0 0 3 3 】

更に図 5 に示すように、整流手段である整流格子 2 と第 1 の整流網 3 と第 2 の整流網 4 を用いると、1 0 0 ~ 3 0 0 H z でコヒーレンスが更に改善される。

【 0 0 3 4 】

図 6 ~ 図 8 に誤差検出マイク 6 における誤差信号の音圧周波数特性を示す。図 6 は整流手段を用いない場合の音圧周波数特性、図 7 は整流格子と 1 枚の整流網

を用いた場合の音圧周波数特性、図 8 は整流手段である整流格子 2 と第 1 の整流網 3 と第 2 の整流網 4 とを用いた場合の音圧周波数特性である。

【 0 0 3 5 】

整流手段を用いていない場合の図 6 に比べ、整流格子と 1 枚の整流網によってダクト内の整流を行なった場合の図 7 では、300 Hz 以下の音圧が低下していることが判る。さらに本発明の整流手段である整流格子 2 と第 1 の整流網 3 と第 2 の整流網 4 とを用いた場合の図 8 では、300 Hz 以下の音圧が図 6、図 7 に示した結果よりも更に低下していることが判る。この低下分は乱流、渦流、旋回流等により発生する圧力変動と考えられる。このことから、整流格子 2 と第 1 の整流網 3 と第 2 の整流網 4 によって整流化されたことが判る。

【 0 0 3 6 】

尚、本実施の形態では、整流格子 2 として断面がハニカム形状の部材を用いたが、前述したように断面形状はハニカムに限るものではなく、円形や矩形その他の形状を有するものを用いてもよい。また、第 1 の整流網 3 と第 2 の整流網 4 についても、本実施の形態で用いたもの以外でもよく、流体を整流するための公知の評価基準に基づく選択によるものでよい。また、本実施の形態では第 1 の整流網 3 と第 2 の整流網 4 は同じ開口率のものを使用したか、異なる開口率の網を使用してもよい。

【 0 0 3 7 】

更に本実施の形態では、図 1 の矢印 A 及び矢印 B で示したように流体の進行方向と騒音の伝搬方向が同じ場合を示したが、図 9 に示すように矢印 A の流体の進行方向と矢印 B の騒音の伝搬方向が異なる場合がある。例えば吸気ファンが図 9 の右側にある場合、流体は同じく矢印 A 方向に流れるが、吸気ファンによる騒音は矢印 B 方向に伝搬する。そしてこのような冷却装置を有する機器の利用者が、図 9 の左側に位置する場合、利用者側で騒音が低減される必要がある。このような場合についても、整流部材及び能動騒音制御装置を配設することで、同様な効果が得られることは言うまでもない。

【 0 0 3 8 】

以上、本実施の形態に示すように、ダクトの整流手段として整流格子と 2 枚の

整流網を併用することによって、ダクト内の流体を整流化することができる。その結果、騒音検出マイクの騒音信号と誤差検出マイクの誤差信号の相関が高まり、優れた騒音低減効果を有する能動騒音制御装置が実現できる。

【0039】

(実施の形態2)

次に本発明の実施の形態2による能動騒音制御装置について、図面を参照しながら詳細に説明する。図10及び図11は本発明の実施の形態2における能動騒音制御装置の全体構成図である。図12～図16は本実施の形態の能動騒音制御装置によって得られる騒音検出マイクの騒音信号と誤差検出マイクの誤差信号とのコヒーレンスである。

【0040】

図10において、ダクト1の上流に複数の騒音検出マイク5a, 5b・・・5nを取り付け、このダクト1の下流に制御音源7と誤差検出マイク6a, 6b・・・6hを取り付ける。騒音検出マイクの個数と誤差検出マイクの個数とは、同じでもよいし、異なってもよい。D1はダクト内を伝搬する音の伝搬方向で互いに最も離れた騒音検出マイク5a～5n間の距離である。D2はダクト内を伝搬する音の伝搬方向で互いに最も離れた誤差検出マイク6a～6h間の距離である。

【0041】

そして騒音検出マイク5a, 5b・・・5nの参照信号を加算する第1の加算器9を設け、誤差検出マイク6a, 6b・・・6hの残差信号を加算する第2の加算器10を設ける。演算手段8は、第1の加算器9の出力と第2の加算器10の出力とに基づいて制御信号を生成するものである。即ち、演算手段8は能動騒音制御アルゴリズムを用いて第2の加算器10の出力が小さくなるように制御信号を生成する。制御音源7は演算手段8の制御信号を制御音に変換して、制御音をダクト1の下流で放射するスピーカである。図中の矢印Aは流体の進行方向を示し、矢印Bは騒音の伝搬方向を示す。

【0042】

このように構成された能動騒音制御装置の動作を説明する。騒音検出マイク5

$a \sim 5n$ はダクト 1 内の上流側の複数地点での各騒音を検出し、夫々の騒音信号を第 1 の加算器 9 に入力する。第 1 の加算器 9 は n 個の騒音検出マイクの出力信号を加算して演算手段 8 に出力する。また誤差検出マイク $6a, 6b \dots 6h$ はダクト 1 内の下流側の複数地点での各残差信号を検出し、夫々の残差信号を第 2 の加算器 10 に入力する。第 2 の加算器 10 は h 個の誤差検出マイクの残差信号を加算して演算手段 8 に出力する。

【0043】

演算手段 8 は、LMS (Least Mean Square) アルゴリズム等により騒音信号と相関のある誤差信号が常に小さくなるような制御信号を生成して制御音源 7 に出力する。加算器 9 と加算器 10 との間における伝達関数、即ち騒音検出マイク $5a \sim 5n$ からダクト 1 を介して誤差検出マイク $6a \sim 6h$ までの等価伝達関数を G とする。またし、制御音源 7 から第 2 の加算器 10 までの伝達関数、即ち制御音源 7 から誤差検出マイク $6a, 6b \dots 6h$ までの等価伝達関数を C とする。演算手段 8 が動作して第 2 の加算器 10 の出力値がゼロに近づいたとき、演算手段 8 の伝達関数は $-G/C$ となる。従って、第 1 の加算器 9 から出力される騒音信号を N とすると、制御音源 7 の制御音によるダクト 1 内の値は、

$$N \cdot (-G/C) \cdot C = -N \cdot G \text{ となる。}$$

誤差検出マイク $6a \sim 6h$ を配置した領域で、騒音と制御音とは互いに干渉し

$$N \cdot G + (-N \cdot G) = 0 \text{ となる。}$$

従って、誤差検出マイク $6a \sim 6h$ を設置した領域において、騒音レベルが制御音の干渉によって低減される。

【0044】

一方、騒音信号と相関のない誤差信号 BN が存在する場合の誤差信号は、

$$N \cdot G + BN \text{ となる。}$$

騒音信号と相関のない誤差信号を小さくするような制御信号を演算手段 8 で生成することができない。このため、誤差検出マイク $6a \sim 6h$ の点で騒音と制御音との合成結果は、

$$N \cdot G + BN + (-N \cdot G) = BN \text{ となる。従って残留騒音は } BN \text{ となる。}$$

【0045】

ダクト1内の騒音において、騒音検出マイク5a～5nの騒音信号と誤差検出マイク6a～6hの誤差信号とのコヒーレンスを低下させる原因は、前述したように流体の乱流、渦流、旋回流等により発生する圧力変動成分、即ち上式のBNが存在するためである。乱流、渦流、旋回流等による圧力変動は局所的であるため、近接した複数の点でも圧力変動には相関がない。一方、ダクト1内の騒音の各周波数成分のうち、ダクト断面の寸法に比べて長い波長を有する周波数帯域のものは、ダクト1内で平面波として伝搬する。平面波となっている周波数帯域では、騒音の伝搬方向と垂直な面における騒音の音圧と位相は等しくなる。従って、騒音検出マイク5a～5nと誤差検出マイク6a～6hとを、夫々の騒音の伝搬方向と垂直な面上に配置した場合、騒音検出マイク5aで検出される騒音信号は次のようになる。即ちダクト1内の騒音信号をN1とし、流体の乱流、渦流、旋回流等により発生する圧力変動成分をBN1とすると、

$N1 + BN1$ となる。

【0046】

上記と同様に、騒音検出マイク5nで検出される騒音信号は次のようになる。即ちダクト内の騒音信号をNnとし、流体の乱流、渦流、旋回流等により発生する圧力変動成分をBNnとすると、

$Nn + BNn$ となる。

【0047】

第1の加算器9では、騒音検出マイク5a～5nの夫々の騒音信号を加算して出力するから、第1の加算器9の出力は、

$(N1 + BN1) + (N1 + BN2) + \dots + (Nn + BNn)$ となる。

【0048】

ここで先に述べたように、平面波となっている周波数帯域では、騒音の伝搬方向と垂直な面の騒音の音圧と位相とは等しくなる。このため平面波のダクト1内の騒音信号は $D1 = D2 = 0$ の場合、

$N1 = N1 = \dots = Nn = N$ となる。よって第1の加算器9の出力は、
 $n \times N + BN1 + BN1 + \dots + BNn$ となる。

【0049】

上式の $BN1 + BN2 + \dots + BNn$ は、互いに無相関であるため、 $n \times BN$ の値よりも小さくなる。このことから第1の加算器9の出力に占める流体の乱流、渦流、旋回流等により発生する圧力変動成分の割合は、複数の騒音検出マイクの出力信号を加算することで低下し、ダクト1内の騒音信号が明確になる。誤差検出マイクについても同様に、複数の誤差検出マイク $6a \sim 6n$ の出力信号を加算することで、第2の加算器10の出力に占める流体の乱流、渦流、旋回流等により発生する圧力変動成分の割合は低下し、ダクト1内の騒音信号が明確になる。そのため、夫々1つの騒音検出マイク $5a \sim 5n$ の出力信号と、夫々1つの誤差検出マイク $6a \sim 6h$ の出力信号とのコヒーレンスに比べて、複数の騒音検出マイクの出力信号を加算する第1の加算器9と、複数の誤差検出マイクの出力信号を加算する第2の加算器10とのコヒーレンスは高い数値を示すことになる。

【0050】

図12は、第1の加算器9には1個の騒音検出マイクの信号を入力し、第2の加算器10には $D2 = 0 \text{ cm}$ として配設した4個の誤差検出マイクの信号を入力した場合、第1の加算器9の出力信号と第2の加算器10の出力信号とのコヒーレンスを示している。

【0051】

図13は、第1の加算器9には $D1 = 0 \text{ cm}$ として配設した4個の騒音検出マイクの信号を入力し、第2の加算器10には1個の誤差検出マイクの信号を入力した場合、第1の加算器9の出力信号と第2の加算器10の出力信号とのコヒーレンスを示している。

【0052】

図14は、第1の加算器9には $D1 = 0 \text{ cm}$ として配設した4個の騒音検出マイクの信号を入力し、第2の加算器10には $D2 = 0 \text{ cm}$ として配設した4個の誤差検出マイクの信号を入力した場合、第1の加算器9の出力信号と第2の加算器10の出力信号とのコヒーレンスを示している。

【0053】

また図15は、第1の加算器9には $D1 = 10\text{ cm}$ として配設した4個の騒音検出マイクの信号を入力し、第2の加算器10には1個の誤差検出マイクの信号を入力した場合、第1の加算器9の出力信号と第2の加算器10の出力信号とのコヒーレンスを示している。

【0054】

いずれも内径 $100 \times 100\text{ mm}$ の矩形ダクトにダクト内平均速度 6 m/s の通風をした場合の結果である。それぞれ図4に示した各々1つの騒音検出マイクと誤差検出マイクの出力信号のコヒーレンスに比べて $100 \sim 300\text{ Hz}$ でコヒーレンスが改善している。

【0055】

一方、図13に示した $D1 = 0\text{ cm}$ として4個の騒音検出マイクを配設した場合と、図15に示した $D1 = 10\text{ cm}$ として4個の騒音検出マイクを配設した場合のコヒーレンスを比較すると、 800 Hz 以上の周波数帯域では図15に示したコヒーレンスが図13に示すコヒーレンスより低い値を示している。これは、 $D1 = 10\text{ cm}$ は 850 Hz の $1/4$ 波長（位相角 90 度）に相当するからである。そして 850 Hz 以上の周波数帯域では、 $D1 = 10\text{ cm}$ の距離が位相角にして 90 度以上となるため、複数の騒音検出マイクの出力信号を加算した場合に互いの出力信号を打ち消し合う現象が生じるためである。

【0056】

次に図11に示すように整流手段を有するダクト1について考える。このダクト1の上流には、セルサイズ $3/16$ インチ、開口率 96% 、格子長さ 40 mm のハニカム材で構成される整流格子2を配置する。そして整流格子2の前後にいずれも開口率 72% の第1の整流網3と第2の整流網4とを配置する。

【0057】

図16は、第1の加算器9には $D1 = 0$ として配設した4の騒音検出マイクの信号を入力し、第2の加算器10には $D2 = 0$ として配設した4個の誤差検出マイクの信号を入力した場合、第1の加算器9の出力信号と第2の加算器10の出力信号とのコヒーレンスを示している。

【0058】

いずれも内径 100×100 mm の矩形ダクトにダクト内平均速度 6 m/s の通風をした場合の結果である。図 4 に示した各々 1 つの騒音検出マイクと誤差検出マイクの出力信号のコヒーレンス、図 5 に示した整流格子 2 と 2 枚の整流網 3、4 とを使用した場合のコヒーレンス、図 14 に示したように第 1 の加算器 9 には $D1 = 0 \text{ cm}$ として配設した 4 個の騒音検出マイクの信号を入力し、第 2 の加算器 10 には $D2 = 0 \text{ cm}$ として配設した 4 個の誤差検出マイクの信号を入力して第 1 の加算器 9 と第 2 の加算器 10 との出力信号間のコヒーレンスと比べて、図 16 に示す特性では $100 \sim 300 \text{ Hz}$ でコヒーレンスが改善していることが判る。

【 0 0 5 9 】

尚、本実施の形態では、整流格子 2 として断面がハニカム形状の部材を用いたが、断面形状はハニカムに限るものではなく、円形や矩形その他の形状を有する物を用いてもよい。また、第 1 の整流網 3 と第 2 の整流網 4 についても、流体を整流するための公知の評価基準に基づく物を用いてもよいことは言うまでもない。

【 0 0 6 0 】

また、本実施の形態では第 1 の整流網と第 2 の整流網は同じ開口率のものを使用した。異なる開口率の網を使用しても良い。更に、本実施の形態では図 10 及び図 11 の矢印 A 及び矢印 B で示したように、流体の進行方向と騒音の伝搬方向が同じ場合を騒音対象にした。しかし、本実施の形態においても図 17 又は図 18 の構成にすることで、流体の進行方向と騒音の伝搬方向が異なる場合についても同様な効果が得られることは言うまでもない。

【 0 0 6 1 】

本実施の形態に示すように、整流手段を設けることにより、ダクト内の乱流成分等に起因する圧力変化の影響を低減する。そして、ダクト内騒音を收音する手段として複数の騒音検出マイクを設け、誤差検出マイク又は騒音検出マイクを各々收音したい周波数の $1/4$ 波長以下の間隔で配設することによって、ダクト内の騒音を効果的に收音することができる。その結果、騒音検出マイクの騒音信号と誤差検出マイクの誤差信号の相関が高まり、優れた騒音低減効果を有する能動

騒音制御装置を実現できる。

【 0 0 6 2 】

【発明の効果】

以上、請求項 1 ～ 1 1 記載の発明によれば、騒音検出器で検出される騒音信号と誤差検出器の手前で検出される騒音信号の相関が高まり、コヒーレンスを用いて優れた騒音低減効果を有する騒音制御音を生成することができる。

【 0 0 6 3 】

特に請求項 2 ～ 6 記載の発明によれば、上記の効果に加えて、2つの加算器の出力を用いることにより、流体の圧力変動の影響をより低減することができ、優れた騒音低減効果が得られる。

【 0 0 6 4 】

特に請求項 7 記載の発明によれば、整流網を整流格子に対してダクト内を流れる流体の上流側と下流側に各々配置したことにより、ダクト内の流体を少ない圧力損失で整流することが可能になる。その結果、騒音検出器の騒音信号と誤差検出器の手前で検出される騒音信号の相関が高まり、より優れた騒音低減効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 における能動騒音制御装置の構成図である。

【図 2】

騒音信号と誤差信号とのコヒーレンスにおいて、コヒーレンスと最大低減量との関係を示す特性図である。

【図 3】

整流対策を施さない場合のダクトにおいて、騒音信号と誤差信号のコヒーレンスの周波数特性図である。

【図 4】

整流対策（その 1）を施した場合のダクトにおいて、騒音信号と誤差信号のコヒーレンスの周波数特性図である。

【図 5】

整流対策（その 2）を施した場合のダクトにおいて、騒音信号と誤差信号のコヒーレンスの周波数特性図である。

【図 6】

図 3 の状態での誤差信号の音圧周波数特性である。

【図 7】

図 4 の状態での誤差信号の音圧周波数特性である。

【図 8】

図 5 の状態での誤差信号の音圧周波数特性である。

【図 9】

流体の進行方向と騒音の伝搬方向とが異なる場合を前提した実施の形態 1 の能動騒音制御装置の構成図である。

【図 1 0】

本発明の実施の形態 2（その 1）における能動騒音制御装置の構成図である。

【図 1 1】

本発明の実施の形態 2（その 2）における能動騒音制御装置の構成図である。

【図 1 2】

図 1 0 に示した能動騒音制御装置において、1 個の騒音検出マイクと、 $D 2 = 0 \text{ cm}$ として 4 個の誤差検出マイクとを配設した場合、第 1 の加算器と第 2 の加算器の出力信号間のコヒーレンス周波数特性図である。

【図 1 3】

図 1 0 に示した能動騒音制御装置において、 $D 1 = 0 \text{ cm}$ として 4 個の騒音検出マイクと、1 個の誤差検出マイクを配設した場合、第 1 の加算器と第 2 の加算器の出力信号間のコヒーレンス周波数特性図である。

【図 1 4】

図 1 0 に示した能動騒音制御装置において、 $D 1 = 0 \text{ cm}$ として 4 個の騒音検出マイクと、 $D 2 = 0 \text{ cm}$ として 4 個の誤差検出マイクを配設した場合、第 1 の加算器と第 2 の加算器の出力信号間のコヒーレンス周波数特性図である。

【図 1 5】

図 1 0 に示した能動騒音制御装置において、 $D 1 = 1 0 \text{ cm}$ として 4 個の騒音

検出マイクと、1個の誤差検出マイクを配設した場合、第1の加算器と第2の加算器の出力信号間のコヒーレンス周波数特性図である。

【図16】

図11に示した能動騒音制御装置において、 $D1 = 0 \text{ cm}$ として4個の騒音検出マイクと、 $D2 = 0 \text{ cm}$ として4個の誤差検出マイクを配設した場合、第1の加算器と第2の加算器の出力信号間のコヒーレンス周波数特性図である。

【図17】

流体の進行方向と騒音の伝搬方向とが異なる場合を前提した実施の形態2（その1）の能動騒音制御装置の構成図である。

【図18】

流体の進行方向と騒音の伝搬方向とが異なる場合を前提した実施の形態2（その2）の能動騒音制御装置の構成図である。

【図19】

従来例の電子消音を行う能動騒音制御装置の構成図である。

【図20】

従来例のアクティブサイレンサの要部構成図である。

【図21】

従来例の能動騒音制御装置の構成図である。

【図22】

従来例の騒音低減装置の構成図である。

【図23】

包囲型エンジンに用いられる従来例の騒音低減装置の構成図である。

【符号の説明】

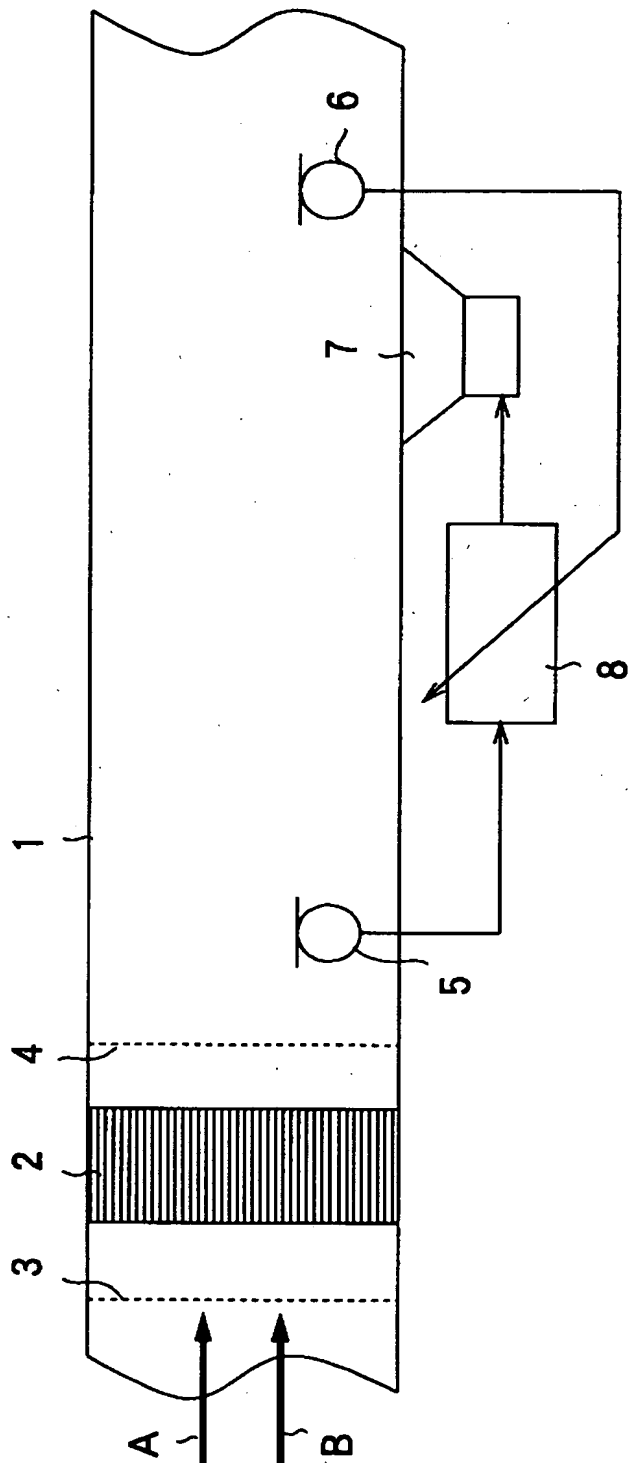
- 1 ダクト
- 2 整流格子
- 3, 4 整流網
- 5, 5a～5n 騒音検出マイク
- 6, 6a～6h 誤差検出マイク
- 7 制御音源

8 演算手段

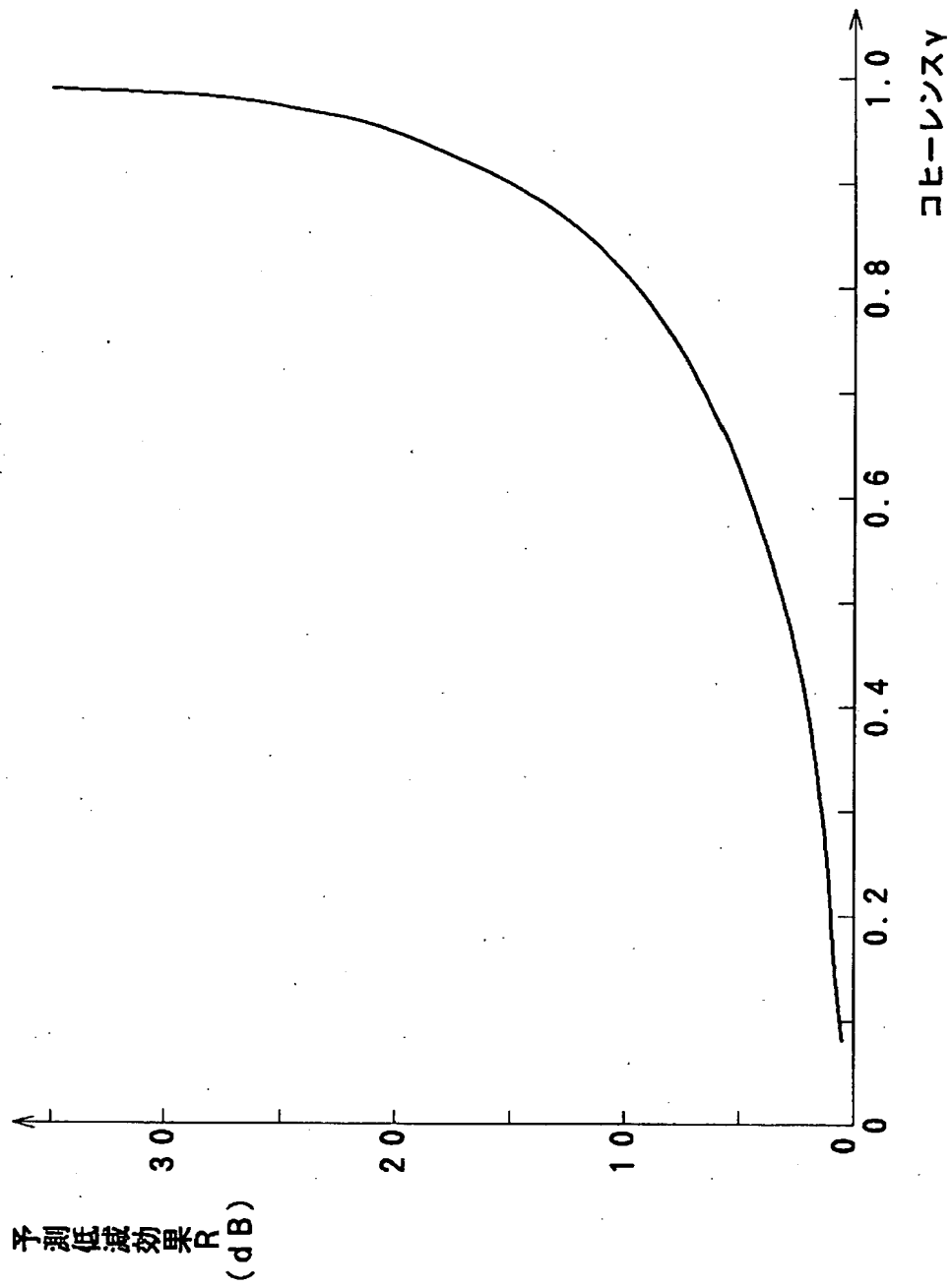
9, 1 0 加算器

【書類名】 図面

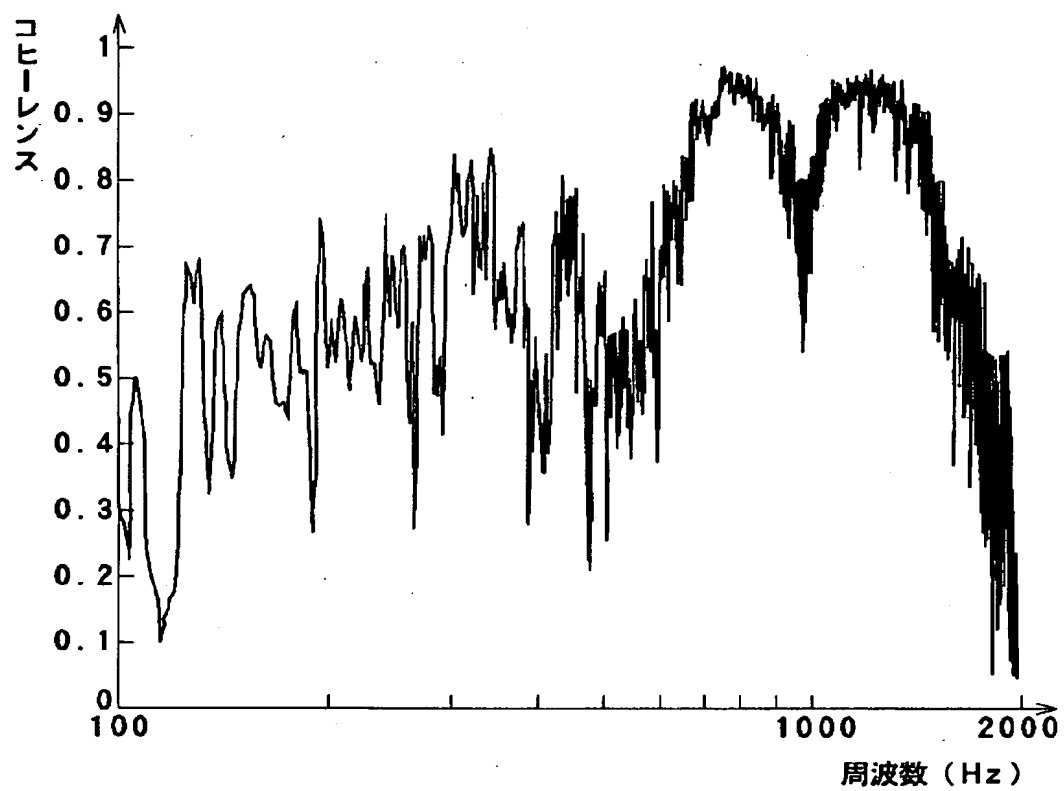
【図1】



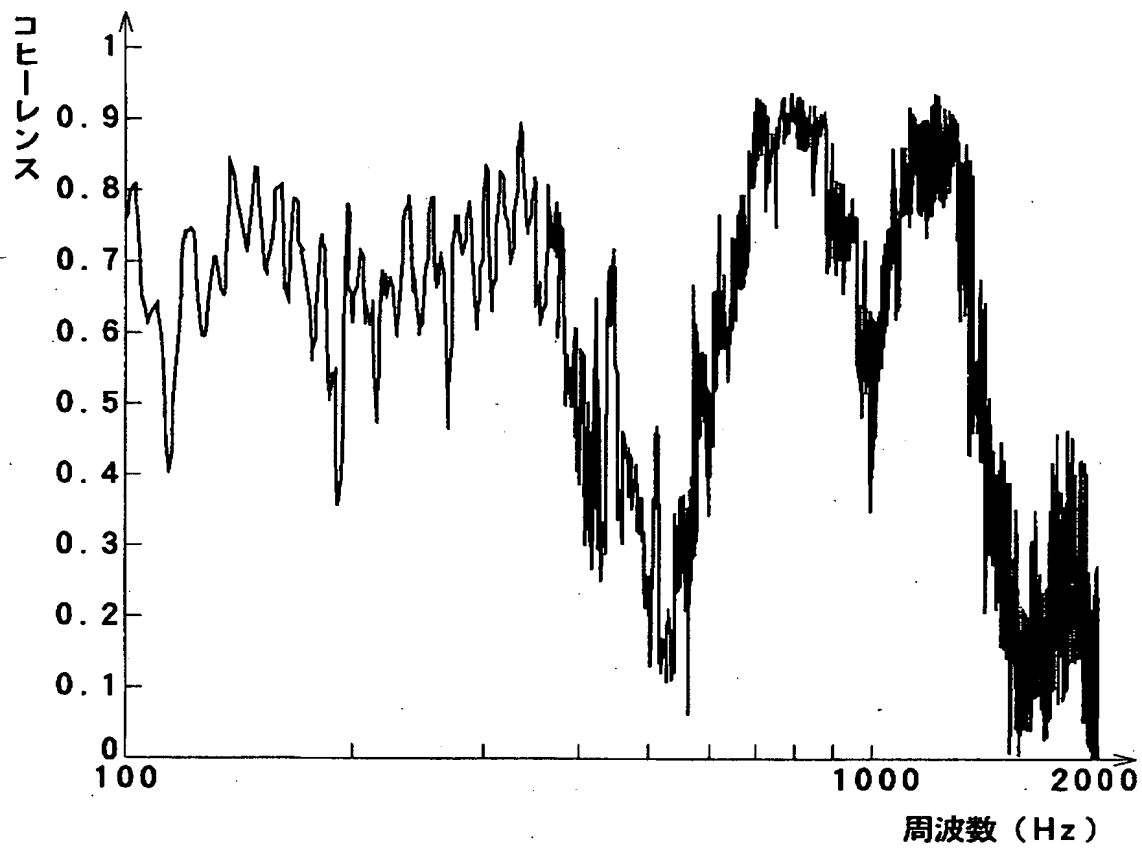
【図2】



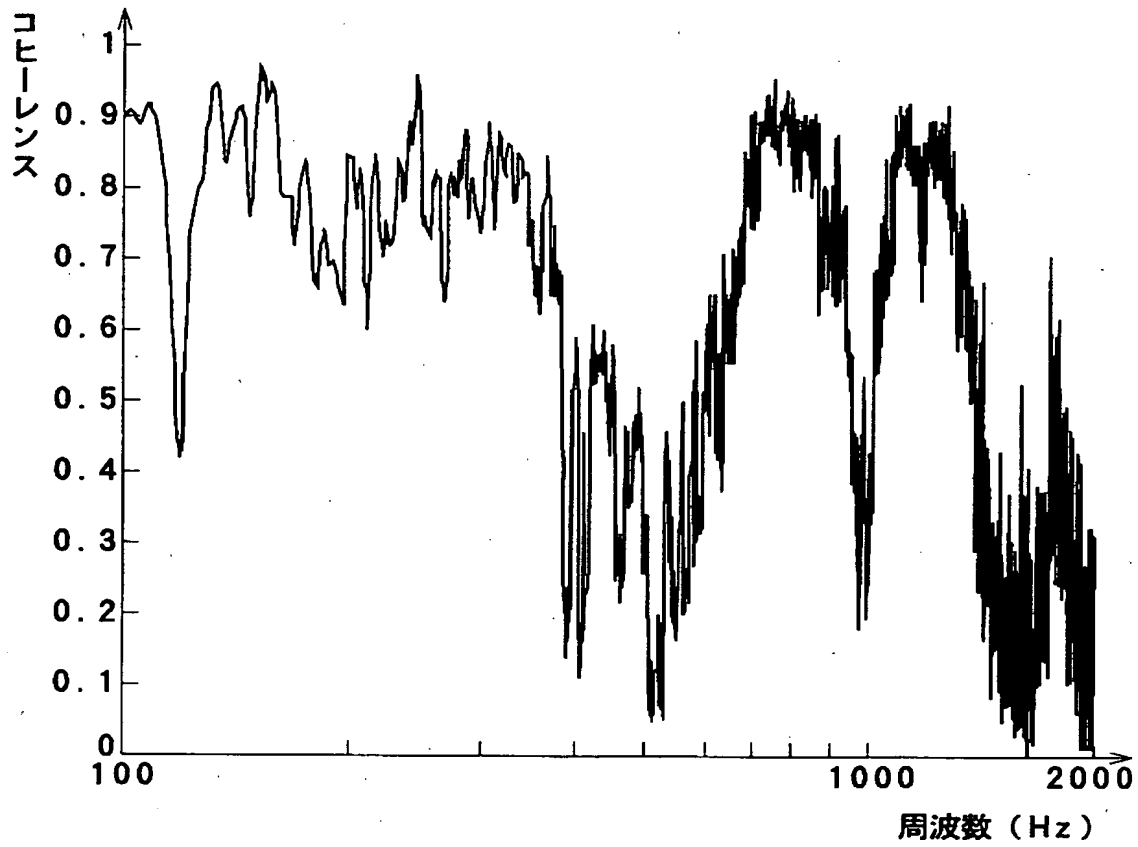
【図3】



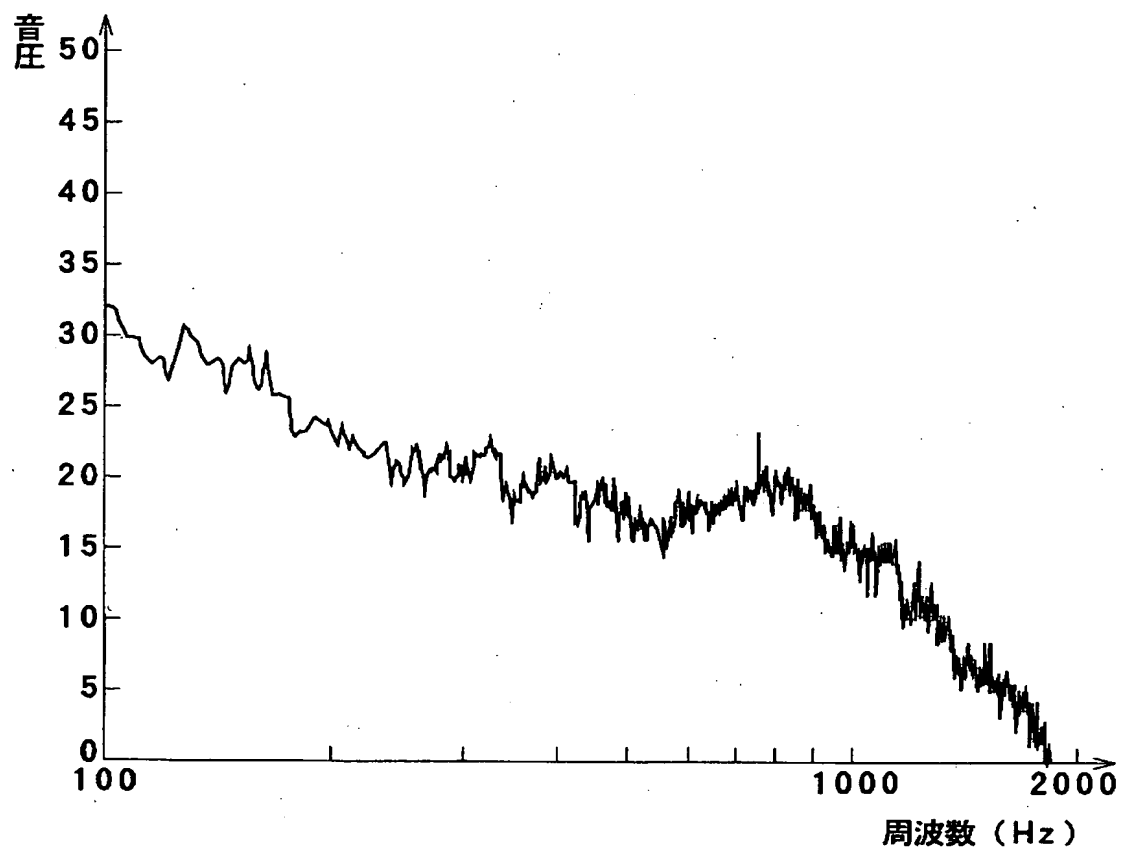
【図4】



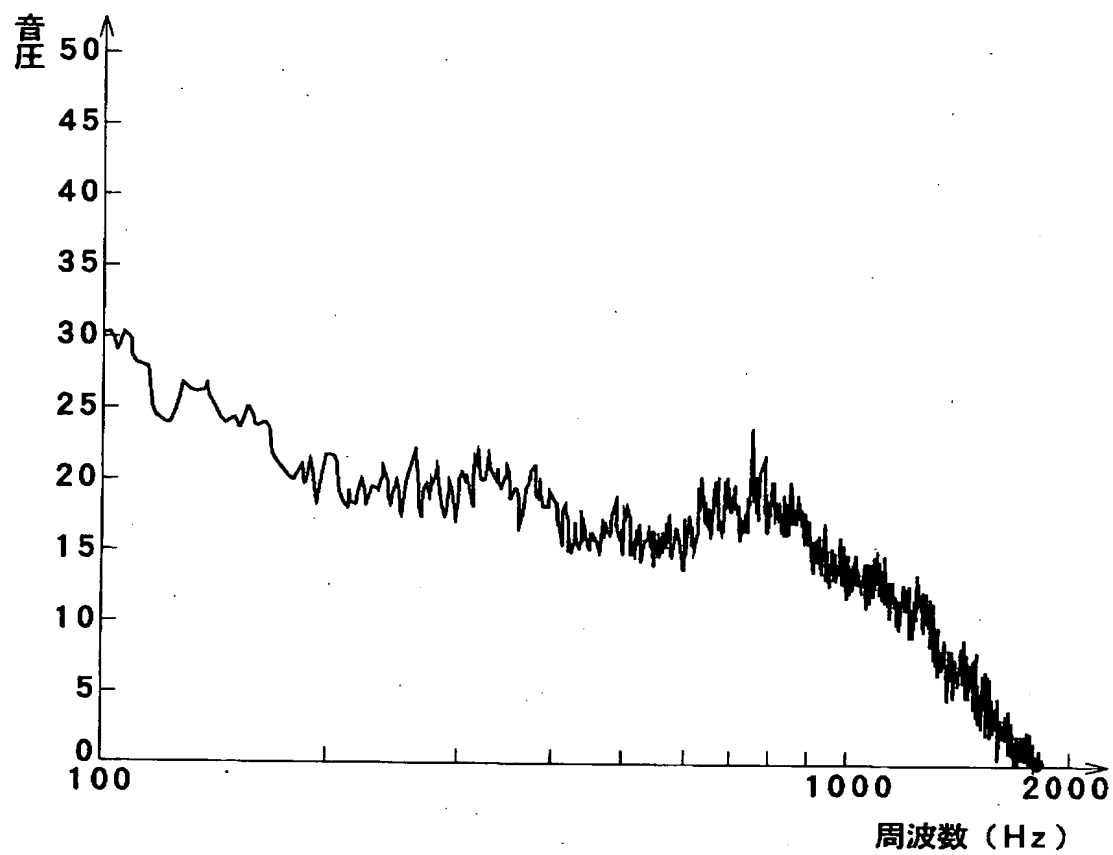
【図5】



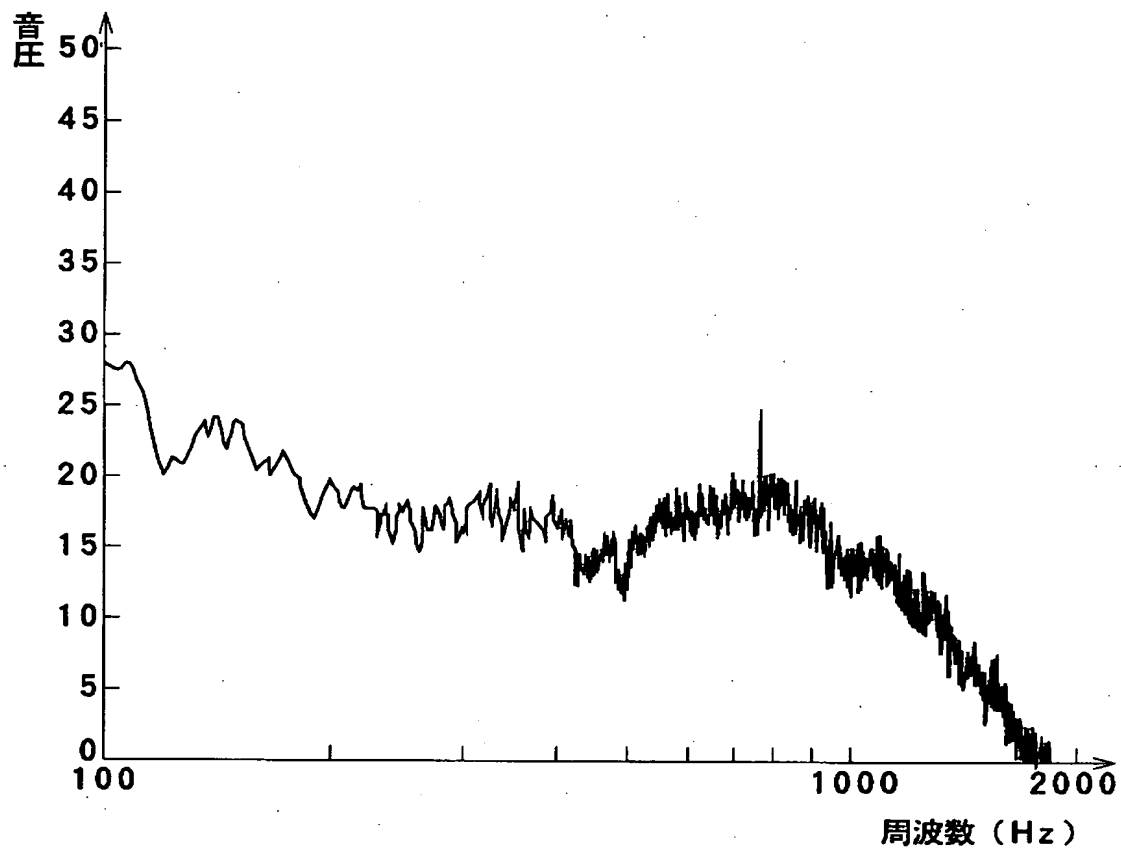
【図 6】



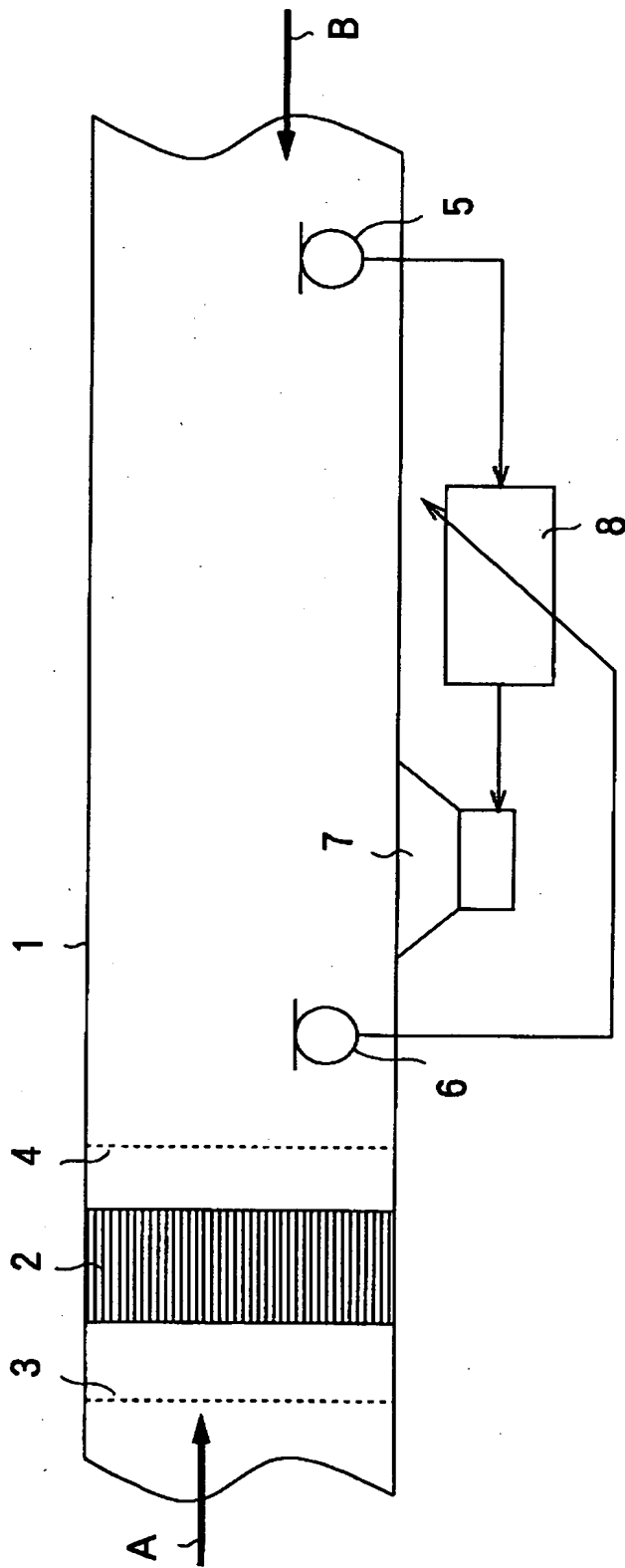
【図 7】



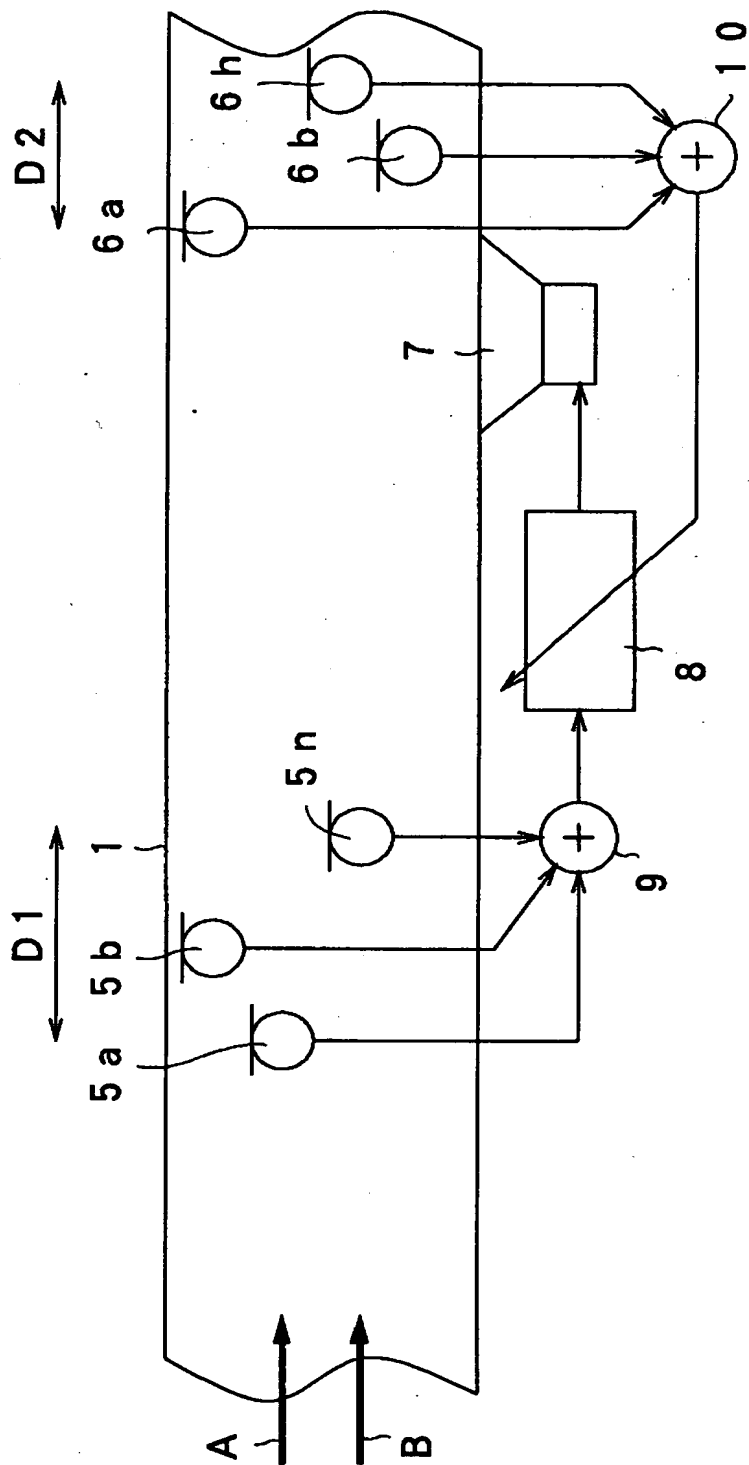
【図 8】



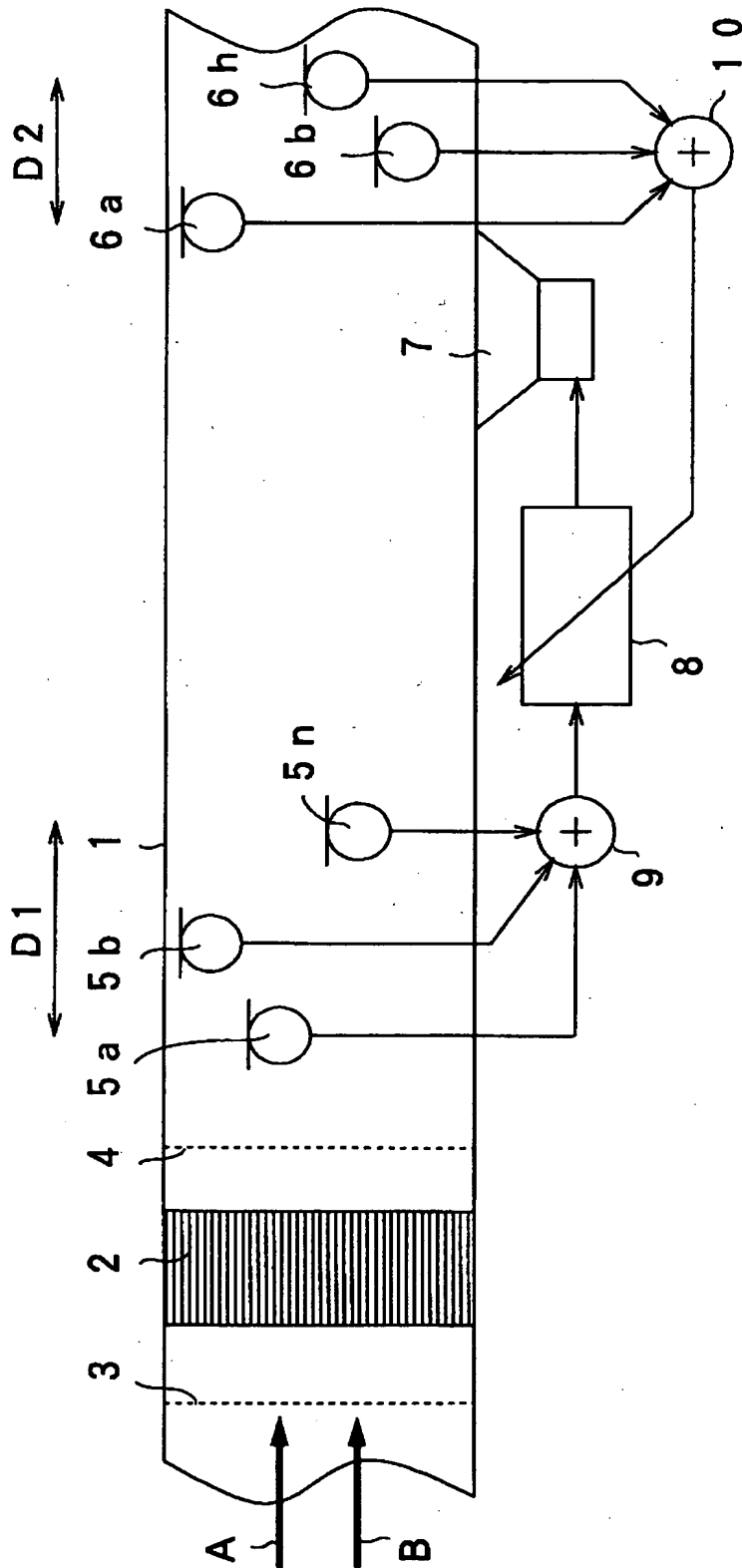
【図9】



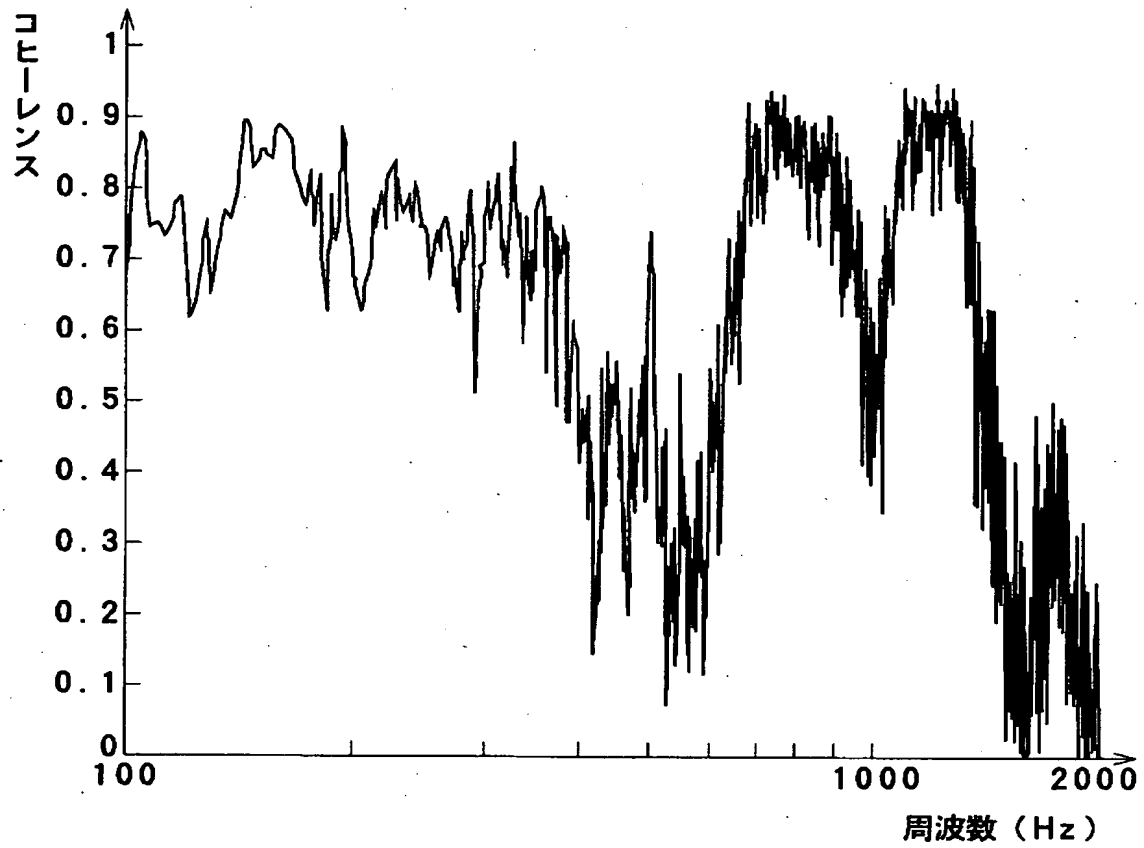
【図 10】



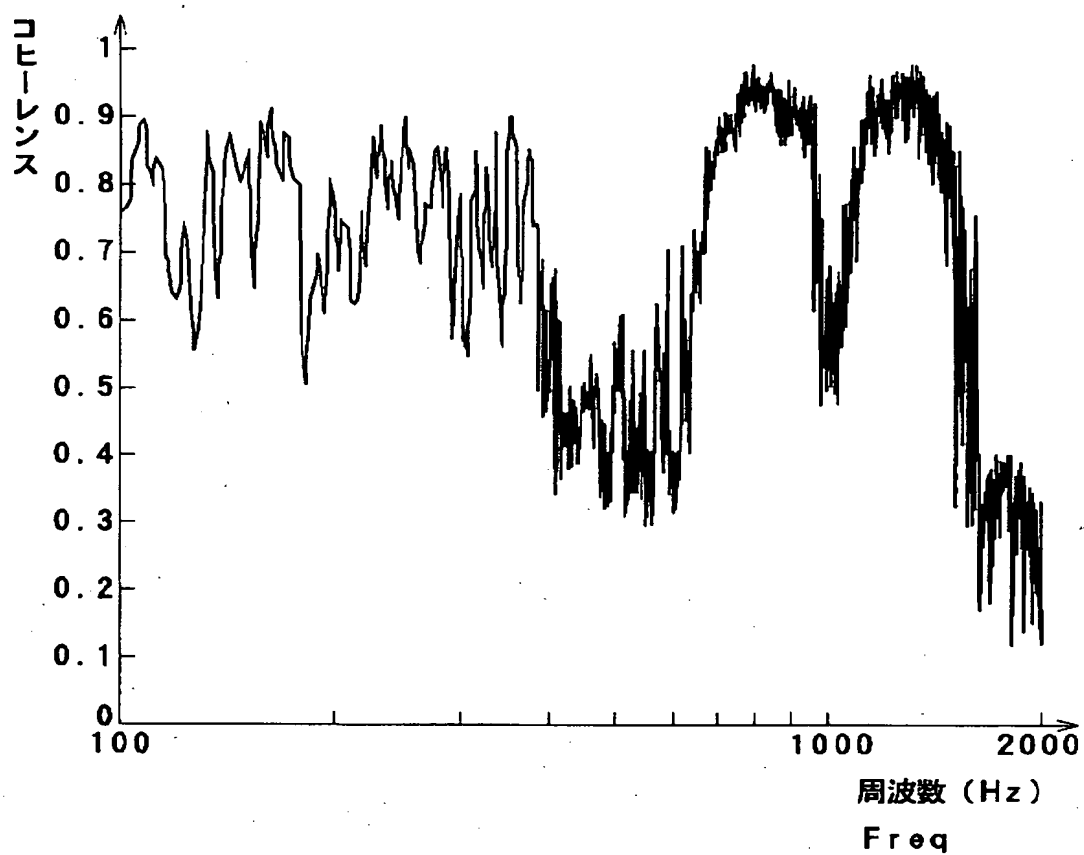
【図 11】



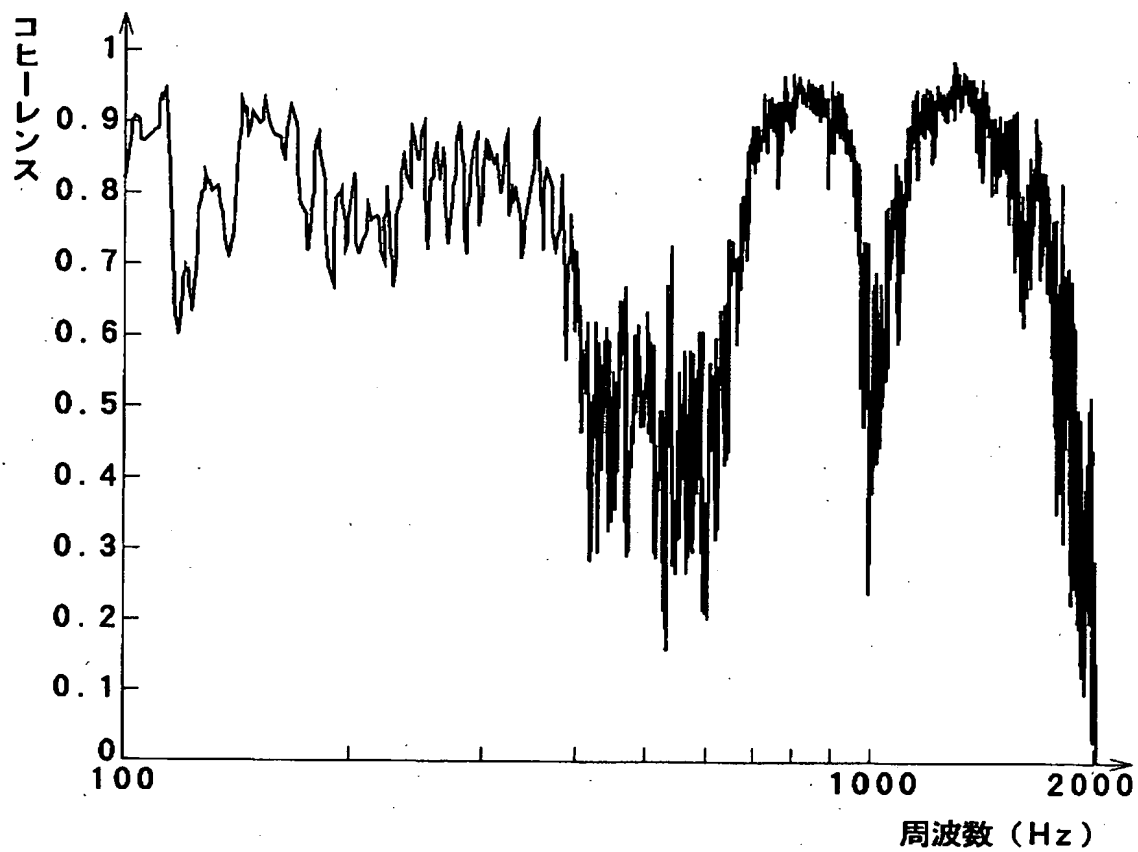
【図 12】



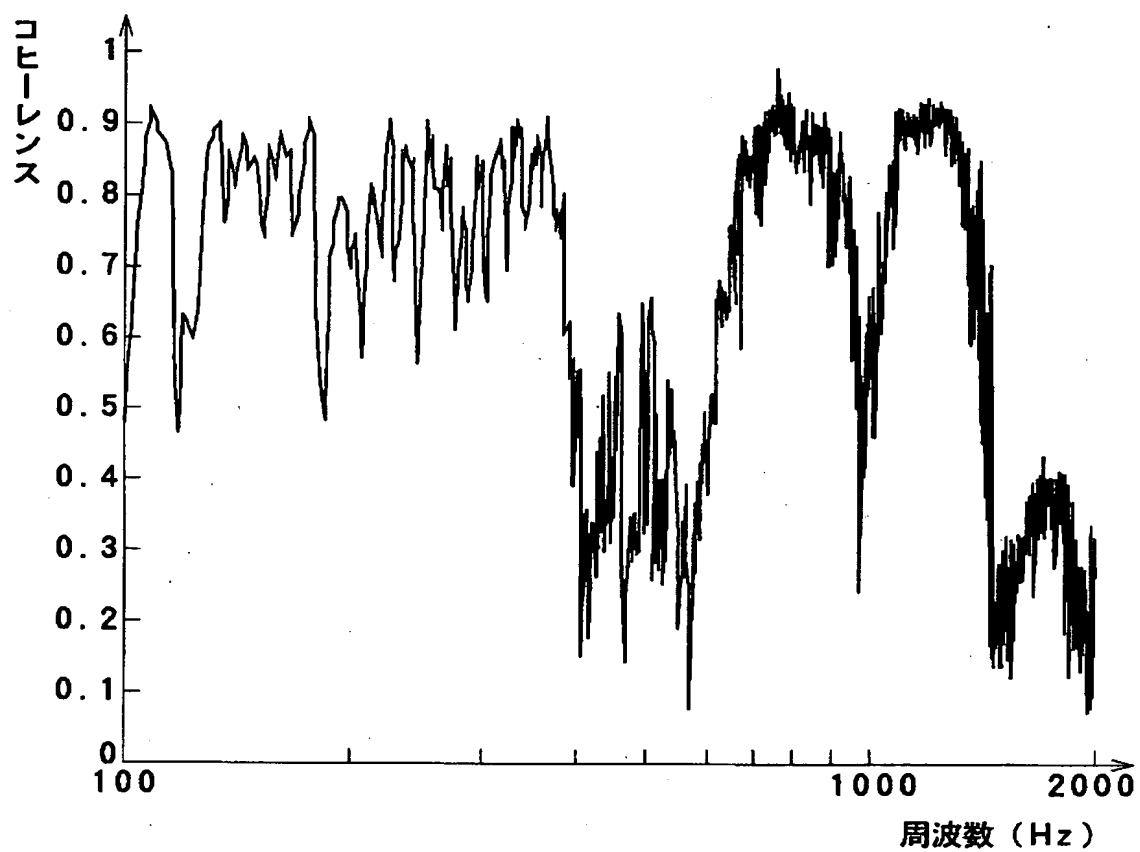
【図 13】



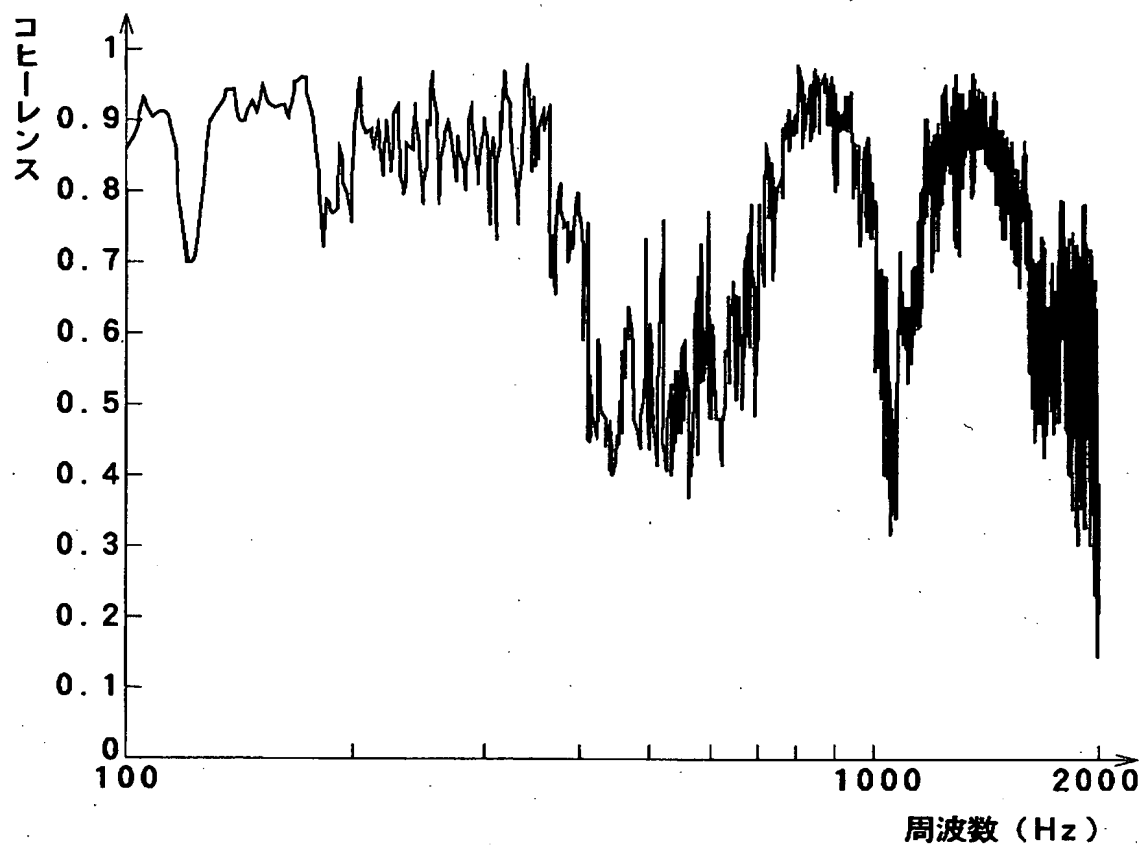
【図14】



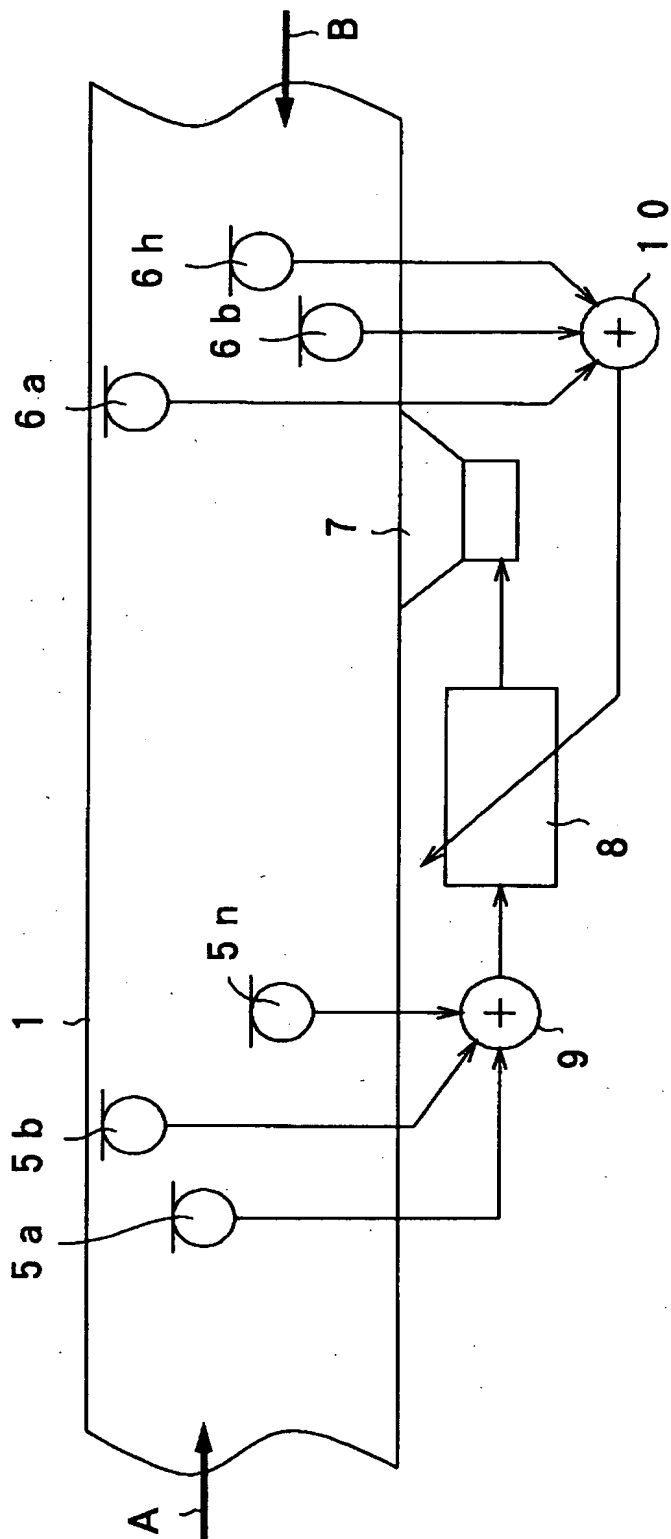
【図 15】



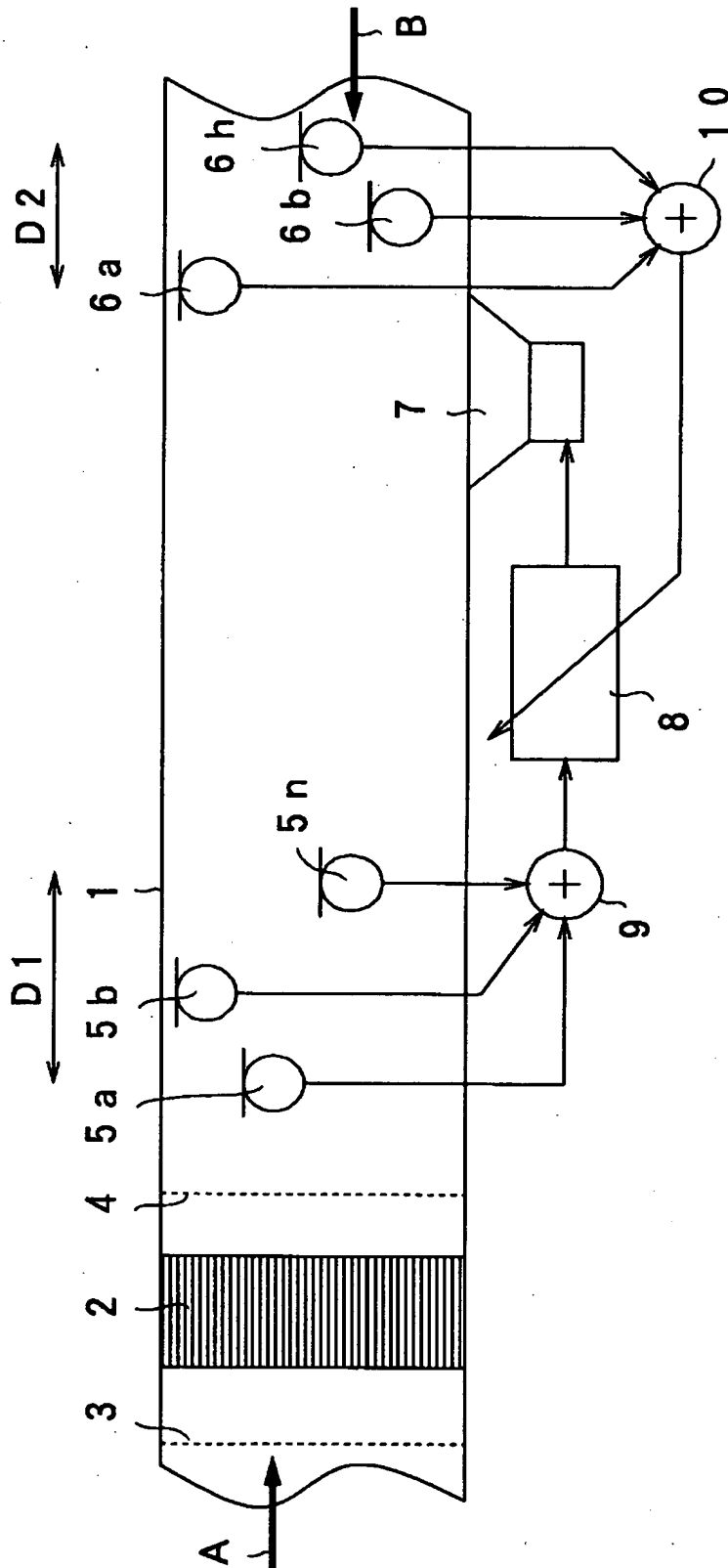
【図16】



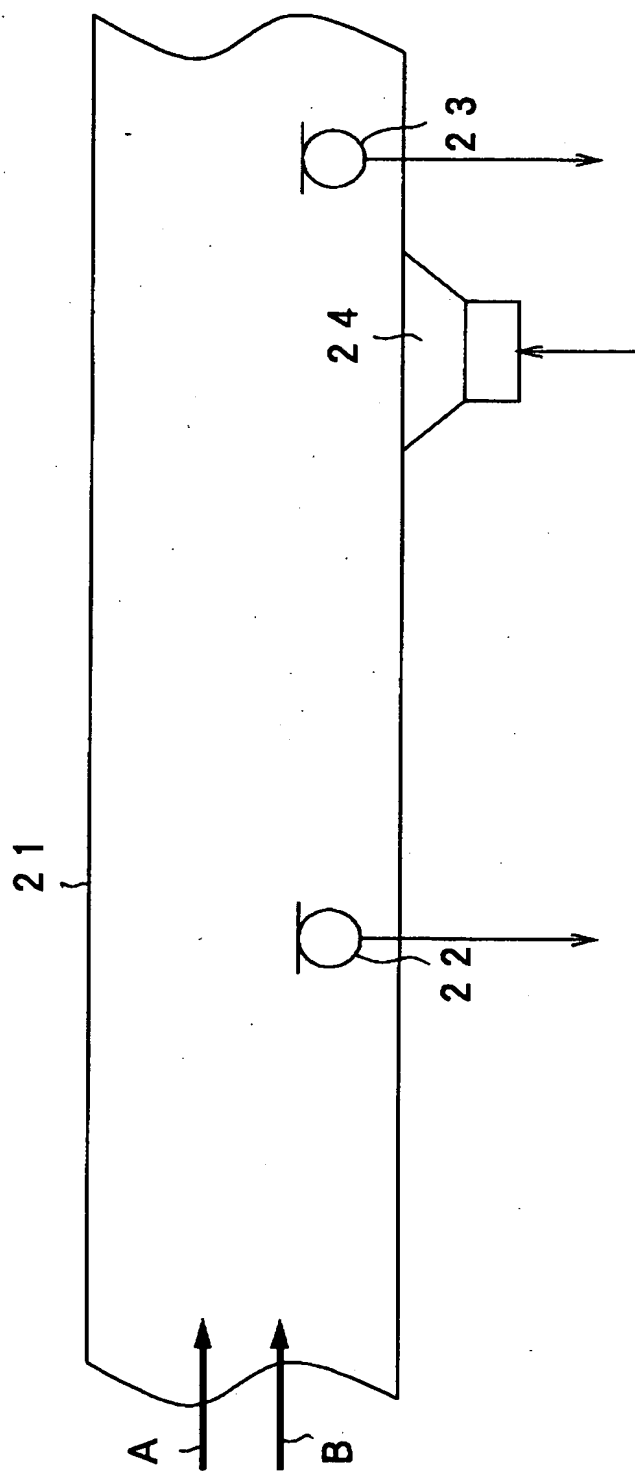
【図 17】



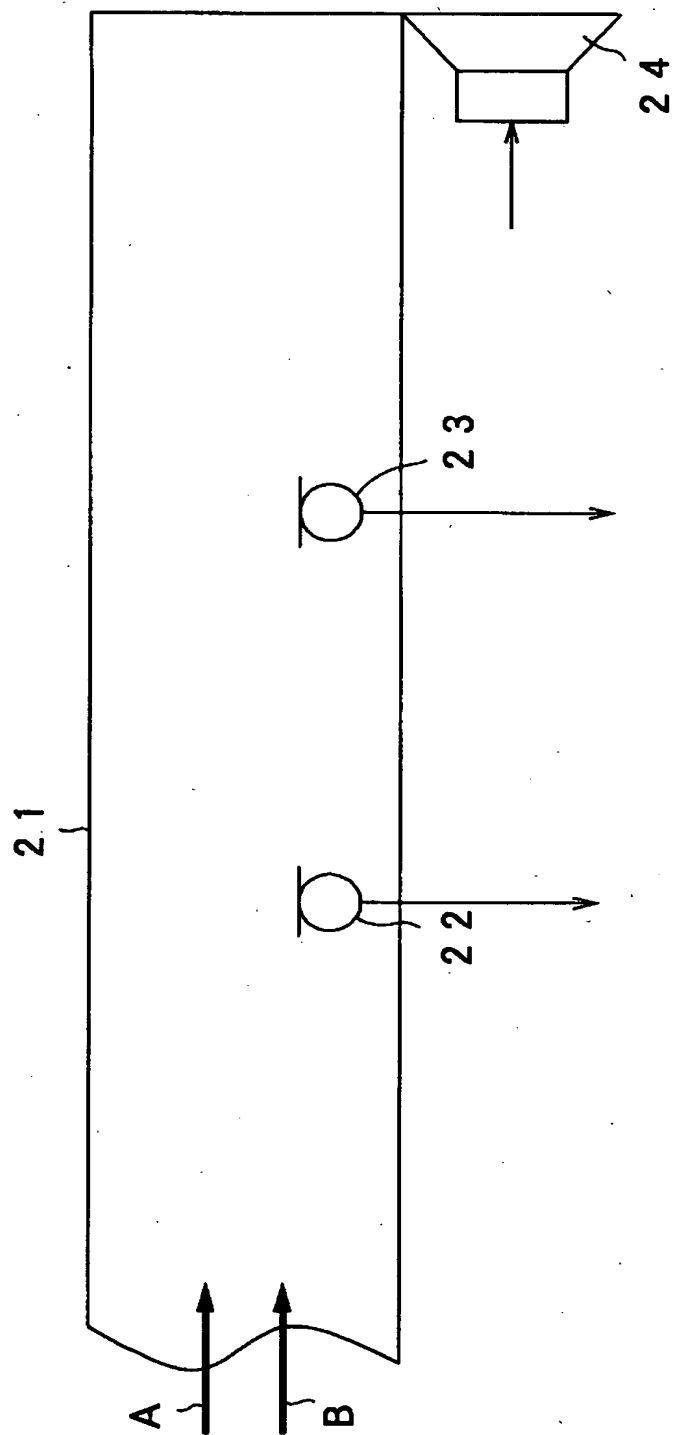
【図18】



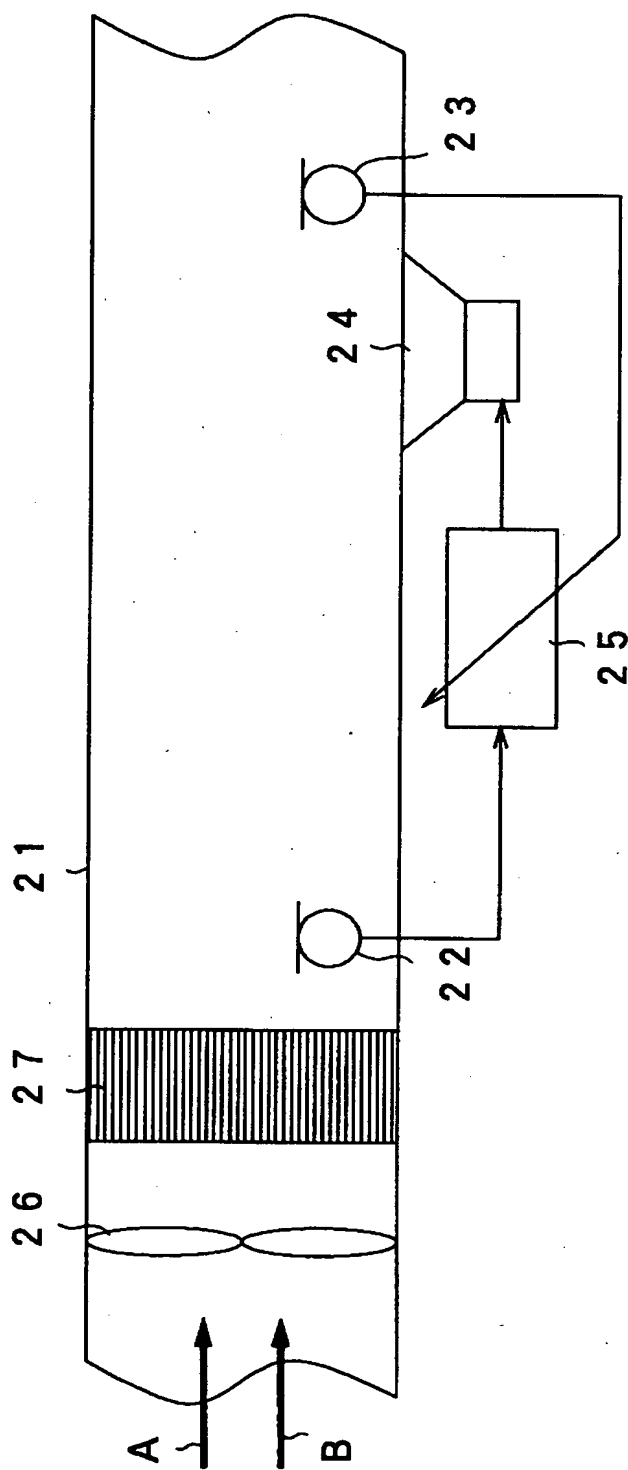
【図 19】



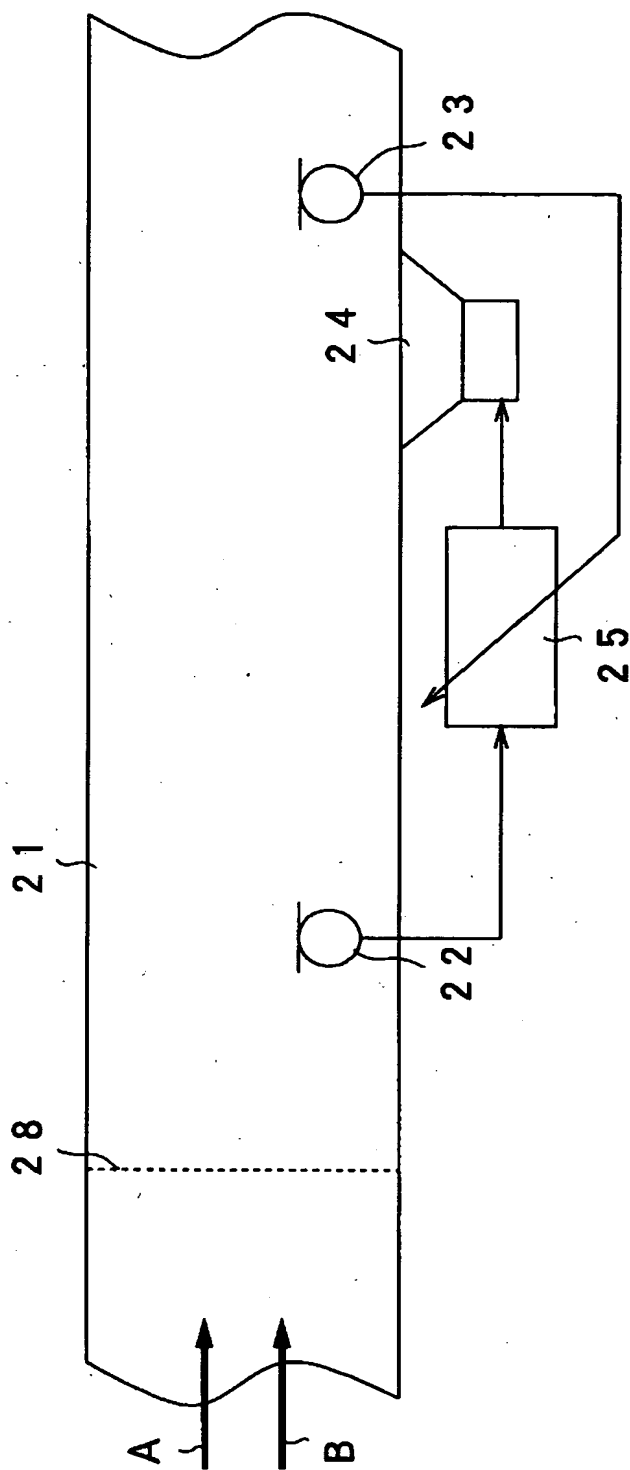
【図 2 0】



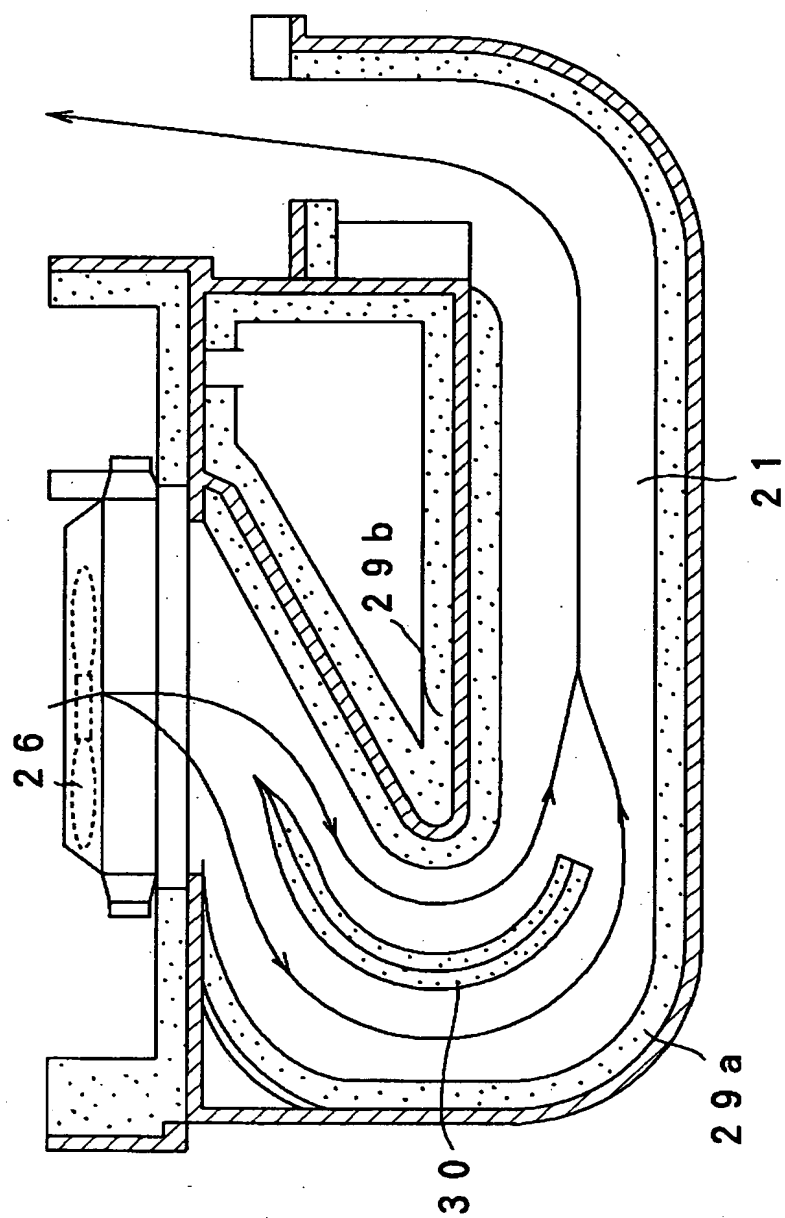
【図 2 1】



【図 2.2】



【図 23】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ダクトを大型化することなく、ダクト内の騒音を低減すること。

【解決手段】 ダクト 1 の上流に整流手段として第 1 の整流網 3、整流格子 2、第 2 の整流網 4 をこの順序で取り付ける。騒音検出マイク 5 はダクト内の騒音を検出する。誤差検出マイク 6 は騒音の下流側に配設され、誤差騒音を検出する。演算手段 8 は、騒音検出マイク 5 の騒音信号を入力し、誤差検出マイクの出力信号が最小になるよう伝達関数を演算し、制御信号を制御音源 7 に出力する。制御音源 7 はダクト内騒音と略同音圧かつ逆位相の制御音を放射する。こうすると、上流部の騒音と下流部の騒音とのコヒーレンスが整流手段によって向上し、消音効果が高くなる。

【選択図】 図 1

特2000-381490

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-381490
受付番号	50001619224
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成12年12月18日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年12月15日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社